

Aus der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
(Direktor: Prof. Dr. F. Jung)
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz
Referent: Prof. Dr. J. Kluczka

HISTOLOGISCHE UND KLINISCHE UNTERSUCHUNGEN
AN ZÄHNEN MIT AMALGAM- UND SILIKAT- BZW.
STEINZEMENTFÜLLUNGEN HINSICHTLICH EINER
EVENTUELLEN PULPASCHÄDIGUNG

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Würde eines
Doktors der Zahnheilkunde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

vorgelegt von

GUNTRAM RÜTH
Zahnarzt

aus Gustavsburg / Hessen

1967

MAINZ 1966



Aus der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
(Direktor: Prof. Dr. F. Jung)
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz
Referent: Prof. Dr. J. Kluczka

HISTOLOGISCHE UND KLINISCHE UNTERSUCHUNGEN
AN ZÄHNEN MIT AMALGAM- UND SILIKAT- BZW.
STEINZEMENTFÜLLUNGEN HINSICHTLICH EINER
EVENTUELLEN PULPASCHÄDIGUNG

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Würde eines
Doktors der Zahnheilkunde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

vorgelegt von
GUNTRAM RÜTH
Zahnarzt
aus Gustavsburg / Hessen

MAINZ 1966

aus der Klinik und Poliklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
Direktor: Prof. Dr. F. Jung
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz
Referent: Prof. Dr. J. Kluczka

HISTOLOGISCHE UND RÖNTGENOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN
AN ZÄHNEN MIT AMALGAM- UND SILIKAT-BZW.
STEINEMENTHÄLTENDEN HINRICHTLICH EINER
EVENTUELLEN PULPASCADUNG

Industriel-Dissertation
zur Erlangung der Würde eines
Doktors der Zahnheilkunde
der Johannes Gutenberg-Universität
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Vekan: Prof. Dr. J. Borneff
Referent: Prof. Dr. J. Kluczka

Tag der mündlichen Prüfung: 27. Januar 1967

Inhaltsübersicht

I. Einleitung

II. Literaturteil

1.) Histologie der Pulpa

2.) Unterfüllungen

3.) Amalgam

4.) Silikatzemente

III. Vorbehandlung und Technik des Schneidens und Färbens der Zähne

IV. Histologische Befunde

1.) Zähne mit Amalgamfüllungen

2.) Zähne mit Silikatfüllungen

3.) Histologische Befunde

V. Diskussion

VI. Mathematisch-statistische Methodik (mit Tabellen)

VII. Klinische Untersuchungen (mit Tabellen)

VIII. Zusammenfassung

IX. Literaturverzeichnis

Einleitung.

Amalgame und Silikat- bzw. Silikophosphatzemente sind die derzeit gebräuchlichsten Füllmaterialien kariöser Zähne. Die relativ einfache und schnelle Applizierbarkeit beider Materialien, die Härte und Beständigkeit der Amalgame, das gute kosmetische Aussehen der Silikate und nicht zuletzt die günstige wirtschaftliche Komponente haben beiden Werkstoffen vor anderen diesen hervorragenden Platz verschafft.

Ob und wie weit diese einen schädigenden Einfluß auf die Pulpa mit ihren Odontoblastenfortsätzen ausüben, soll nachfolgend anhand von einschlägiger Literatur und eigenen Untersuchungen erforscht werden.

Histologie der Pulpa.

Um die pathologischen Veränderungen der Pulpa deutlich machen zu können, soll zunächst das an sich bekannte Bild der gesunden Pulpa skizziert werden. Dazu einige allgemeine Bemerkungen, wie sie RIEDEL (34) ausgeführt hat: "Das Zahnmark, die pulpa dentis, ist mesodermaler Herkunft. Es geht aus der Zahnpapille hervor und ist eine dem embryonalen Gallertgewebe ähnliche Binde substanz. Sie ist spaltenfrei und füllt die ganze Pulpahöhle aus." Dann ins Einzelne gehend fährt der Autor fort:

"Das Gewebe besteht aus zahlreichen meist sternförmigen Zellen, die jedoch auch eine mehr spindelige oder kugelige Gestalt aufweisen können." In diesem Gewebe verlaufen Arterien, Venen, Nerven und in geringem Maße auch Lymphbahnen. Die Pulpazellen verteilen sich in der Regel gleichmäßig über die ganze Pulpahöhle, lassen jedoch zu der Odontoblastenschicht hin eine zellärmere Gegend, die "Weil'sche Zone", frei. Durch diese Weil'sche Zone hindurch reichen die Arterien vermittels Kapillaren zur Odontoblastenreihe. Zu den Kapillaren schreibt LANGE LAND (21): "Sie können mit Blut oder nur mit Blutplasma gefüllt sein, oder sie können leer sein. Unter normalen Bedingungen bleiben die Kapillaren der Odontoblastenschicht oft unbeobachtet. Sie existieren, aber sie zeigen sich nicht, bis sie mit Blut oder mit Blutplasma gefüllt sind, ein Phänomen, das normalerweise anderswo im Körper gesehen werden kann, wo Kapillaren zeitweise außer Funktion sind, worauf auch durch ZANDER hingewiesen worden ist." Die Odontoblasten nun sind bei der Zahnbildung anfänglich in einer einschichtigen, palisadenförmigen und ununterbrochenen Reihe mit geringem Abstand vom noch unverkalkten Prädentin gelagert, in welches ihre Fortsätze einstrahlen. Durch die Dentinbildung wird das zunächst weite Pulpenkavum eingeengt und die Odontoblasten, die ja an Zahl nicht abnehmen, müssen sich in mehreren Reihen hintereinander lagern. Vor allen Dingen weicht in häufigen Fällen die gleichmäßig parallele Dentinbildung einer Mehr irregularen Reizdentinneubildung beim durchgebrochenen Zahn.

Die Odontoblastenschicht, die jetzt mehrreihig ist, ist oft durch größere oder kleinere Vakuolen und Hohlraumbildungen deformiert.

Die Grenzen von der gesunden, normalen zur pathologischen Pulpa sind recht fließend. MASSLER (23) stellt z.B. im Einklang mit LANGE LAND (21) fest, daß man jugendliche Pulpen bei 70-jährigen Patienten finden kann, und daß man manchmal alte fibrotische Pulpen bei Jugendlichen antrifft.

LANGELAND (21) erwähnt, daß extravasale Erythrozyten nicht unbedingt als ein Beweis für eine Hämorrhagie angesehen werden dürfen, erweiterte Kapillaren nicht immer eine Hyperämie und Erythrozyten in Geldrollenform nicht Stase oder eine andere Störung in der Blutzirkulation darstellen. Diese vorgenannten Befunde sind also nicht absolut als eine pathologische Reaktion der Pulpa anzusehen.

Andererseits muß man aber schon eine pathologische Reaktion der Pulpa annehmen, a) wenn man Entzündungszellen in der Odontoblastenschicht und mitten in der Pulpa findet, besonders unter der Kavität bzw., unter der Füllung, b) wenn erweiterte Kapillaren sich unter diesem Gebiet befinden; braunes Pigment deutet auf den Untergang von Erythrozyten hin und ist ebenfalls als eine Folge pathologischer Reaktion zu deuten.

CSEERNYEI (2) führt die Rarefizierung der Odontoblastenschicht, retikuläre Atrophie, Dentikel, Verkalkung, hyaline und amyloide Degenerationen, die er bei Pulpen klinisch intakter Zähne gefunden hat, auf allgemeine Störungen zurück. Die Pulpen der von ihm untersuchten Zähne waren aber alle vital und lebensfähig.

MASSLER (23) weist im Zusammenhang damit, daß man bei jugendlichen Patienten alte fibrotische Pulpen finden kann, auf Untersuchungen hin, die die Möglichkeit einer Pulpenfibrosis und -degeneration im Gefolge einer Periodontalerkrankung klären sollen. Bei RIEDEL (34) wird aufgeführt, daß sich parodontale Veränderungen in einer Phlegmasie des Pulpagewebes, in einer retikulären Atrophie und in einer hyalinen bzw. kalkigen Degeneration der Pulpa widerspiegeln können. (Unter Phlegmasie versteht RIEDEL krankhafte Veränderungen, bei denen das Pulpagewebe durch ein fibrilläres Bindegewebe ersetzt ist, die Odontoblasten fehlen, das neugebildete Hartgewebe irregulären Bau aufweist und unter Umständen örtliche Resorptionen des Dentins vorliegen). Abrasionszähne zeigen ebenfalls eine retikuläre Atrophie.

Pathologische Veränderungen, die durch das Herstellen der zu füllenden Kavität in der Pulpa auftreten können.

Über die pathologischen Veränderungen der Pulpa, hervorgerufen durch die Präparation der Kavität, hat LANGE LAND (21) sehr ausführlich berichtet. Seine Beobachtungen decken sich zum Teil mit den Beobachtungen Anderer (CSERNYEI (2), RIEDEL (34), ROYDHOUSE (40)), die jedoch allgemeiner gehalten sind und insbesonere keinen Aufschluß darüber geben, durch welche Art der Bearbeitung von Schmelz und Dentin inare beobachteten Pulpenveränderungen hervorgerufen worden sind. LANGE LAND (21) und MASSLER (23) beurteilen die Veränderungen der Pulpa, hervorgerufen durch die Kavitätenpräparation, danach, ob sie nur unter den der Kavität entsprechenden Partien der Pulpa zu finden sind, oder ob die ganze Pulpa die gleichen Veränderungen aufweist. So ist eine Art innerer Kontrolle gegeben (MASSLER (23)). Bei seinen diesbezüglichen Untersuchungen fand LANGE LAND (21) in der Pulpa eine Einwanderung von Odontoblasten in die angeschnittenen Dentinkanälchen, eine Hyperämie und sogar eine Hämorrhagie in der verkleinerten Odontoblastenschicht und in der Weil'schen Zone. Diese Veränderungen waren zu beobachten, wenn er zwar mit Kühlung, sei es mit temperierter, sei es mit ganz kalter Luft (Nondolor, Hibernator), und mit einem Diamantsteinchen für den Schmelz, bzw. mit einem Bohrer für das Dentin, aber trocken die Kavität präparierte.

Im Gegensatz dazu fand KLUCZKA (17) in Übereinstimmung mit anderen Autoren bei histologischen Pulpenuntersuchungen nach Dentinanästhesie mit dem Nondolor-Gerät keine Veränderungen in der Pulpa oder nur ganz geringe reversible Hyperämien. Die Veränderungen, die LANGE LAND beim Arbeiten mit Turbine und einfachem Wasserspray beobachtete, entstanden nicht, wenn mit genügend und kühlem Wasser und mit zusätzlichem Spray Überhitzungen bei der Präparation hintangehalten wurden. Ebenfalls vermieden wurde unter ausreichender Wasserkühlung die große Hohlraumbildung, die man häufig in der Pulpa findet, wenn mit der Turbine und mit zu wenig Wasserkühlung gearbeitet wird. Diese Hohlraumbildungen entstehen durch Verbrennungen und sind mit Exsudat gefüllt. Im Wesentlichen das Gleiche beschreibt auch KLUCZKA (17, 18). Aus der Erkenntnis, daß die Austrocknung des Dentins auch eine solche der Odontoblastenfortsätze und damit eine Schädigung der Odontoblasten zur Folge hat, fordern die Autoren LANGE LAND (21) und STÜBEN (44), die Kavität nicht mit Alkohol oder Chloroform und dem Luftstrom zu trocknen, sondern sie nur mit Watte auszuwischen.

Durch die Kavitätenpräparation werden zahlreiche Dentinkanälen angeschnitten und die darin verlaufenden Odontoblastenfortsätze verletzt. SPRETER von KREUDENSTEIN (42) und STÜBEN (44) sprechen von einer "Dentinwunde" und weisen den Austritt einer Flüssigkeit, des Dentinliquors, nach. Es besteht eine direkte Verbindung zur Pulpa, besonders wenn die Kavität

tief ins Dentin, u.h. in Pulpennähe, reicht und ganz besonders bei Jugendlichen, wo der Hohlraumanteil des Dentins (der Kanälchenanteil) mit lebender Substanz (Odontoblastenfortsätze) bis zu 28 % beträgt.

KETTERL (12) empfiehlt zur Versorgung der Dentinwunde für eine Woche Zinkoxyd-Nelkenöl zu legen, - dies vor allem bei den mit Silikatzement zu versorgenden Frontzähnen - , da er nach einer derartigen Behandlung den Austritt des Dentinliquors in einigen Fällen nicht mehr nachweisen konnte, was er auf regressive Veränderungen der Pulpa zurückführt. Theoretisch ist ein solcher "Pulpenverband" nicht notwendig in den Fällen, wo durch langsam fortschreitende Karies die Pulpa lange genug Zeit hatte, Schutzmaßnahmen zu ergreifen, d.h. Reizdentin zu bilden, was durch den irregulären Verlauf der Dentinkanälchen die direkte Verbindung zur Pulpa verhindert, oder wo durch regressive Veränderungen die Odontoblastenfortsätze zunächst verfetten und dann verkalken. Bei PORT-EULER (32) wird dabei nach FURRER von der transparenten Zone im Dentin, bei MEYER (25) vom opaken Dentin gesprochen. Dieses veränderte Dentin stellt ebenfalls eine Barriere, diesmal sogar eine undurchdringliche, zwischen Kavität und Pulpa dar. Es wird deshalb empfohlen, beim Entfernen der kariösen Massen diese natürliche Schutzschicht nicht zu beschädigen. Da man aber bei der Präparation einer Kavität in der Regel und besonders bei der approximalen Karies

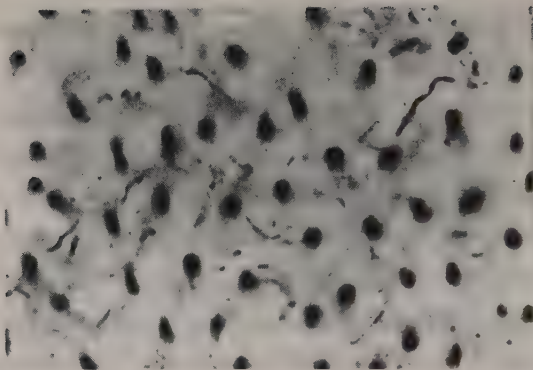


Abbildung A

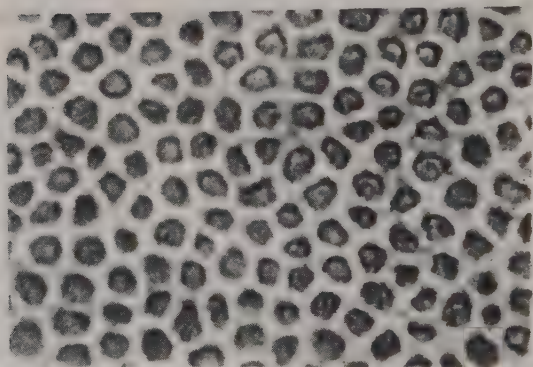


Abbildung B

Abb. A u. B Querschnitt durch Dentinkanäle

A) nahe der Peripherie, B) nahe der Pulpa
 1000fache Vergrößerung. Schmorlfärbung.
 entnommen aus Meyer, W. Histologie der Zähne und des Gebisses
 in: Die Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde Bd. I
 herausgegeben von Häupl, K., Meyer, W. u.a.
 München / Berlin 1958 S. 266-267

über die Karieshöhle hinaus ins gesunde Dentin bohren muß, d.h. man muß z.B. eine unversehrte Okklusalfäche mit in die Kavität einbeziehen, um der späteren Füllung einen ausreichenden Halt zu gewähren und um eine Sekundärkaries zu verhindern, schneidet man zwangsläufig bisher nicht betroffene, gesunde Dentinkanälchen an, die nicht durch Kalkausfällungen zugemauert sind, oder unter denen sich noch kein Reizdentin gebildet hat. Somit ist auf alle Fälle ein Pulpenverband notwendig.

Unterfüllungen.

Da nun bei jeder Kavitätenpräparation eine größere oder kleinere Dentinwunde entsteht, wird von vielen Autoren (BONSACK, KLUCZKA, PLATHNER, WANNENMACHER u.a.) ein Wundverband gefordert, der zugleich auch eine Schutzfunktion für die Pulpa im Zahn gegenüber Einflüssen von außen übernimmt. Als äußere Einflüsse gelten hier vor allem thermische, die besonders bei Metallfüllungen auftreten, und chemische, die besonders bei Zementfüllungen (Silikat- und Steinzementen) gefürchtet werden. Unter der Vielzahl der Materialien, die diese Bedingungen erfüllen, hat sich der Phosphatzement als bestes erwiesen, weil er außerdem noch eine feste Unterlage für die darauf zu legende endgültige Füllung bildet und damit ihre Bruchgefahr herabsetzt. Den von KETTERL (12) bei Silikatfüllungen in jedem Fall, d.h. sowohl bei tiefen als auch bei flachen Kavitäten geforderten

Wundverband in Form einer provisorischen Zinkoxyd-Nelken-Öleinlage für die Dauer einer Woche, verwenden wir fast nur bei Vorliegen einer Caries profunda und nur unter gleichzeitiger Verwendung von Kalzium-Hydroxyd-Präparaten wie Calxyl, Neogan usw. (KLUCZKA (19)).

In bezug auf eine Abdichtung gegen äußere Einflüsse wären Zinkoxyd-Nelkenöl oder Zinkoxyd-Eugenol die besten Unterfüllungsmittel (RIEDEL (35), MASSLER (24), PHILLIPS (31), ZANDER (49)), aber im festen Zustand haben sie nicht die geeignete Härte. Desgleichen erreichen die Fertigpräparate auf Zinkoxyd-Eugenol-Basis, die etwas fester werden, wie z.B. Pulpal, nicht die Härte der Phosphatzemente. Hier sei noch darauf verwiesen, daß Eugenol und Nelkenöl eine anaesthesierende Wirkung besitzen, die eventuell auftretende pulpitisches Symptome verschleiern bzw. ausschalten kann (KLUCZKA).

Als gutes Unterfüllungsmaterial, das gleichfalls besonders chemische Einflüsse abwehrt, hat sich für LANGE LAND (21) Chloropercha (und Guttapercha) erwiesen. Alle provisorischen Kavitätenverschlußmittel, bei denen der feste Verschluß der Kavität, d.h. der Schutz des Zahnes vor chemischen und thermischen Einflüssen, und ein neutrales Verhalten gegenüber der Pulpa gesichert ist, können theoretisch als Wundverband und als Unterfüllung verwendet werden.

Besonders in der amerikanischen Literatur (MASSLER (24), PHILLIPS (31)) werden die "Liners" hervorgehoben. Das sind flüssige Unterlagematerialien, die, in die Kavität eingebracht, nach dem Antrocknen einen Lack- oder Kunststoffilm bilden. Einen thermischen Schutz, z.B. unter Amalgam, bieten diese Liners nicht, da sie zu dünn sind, aber eine gewisse Barriere gegen eindringende Flüssigkeiten, u.a. auch gegen Säuren, schreibt PHILLIPS ihnen zu. Absoluten Schutz gegen Säureschäden und besonders gegen solche, die eventuell von den Silikatzementen ausgehen, bieten diese Kavitätenlacke jedoch nicht (EICHNER (5), PHILLIPS (31), PANTKE, LEHMANN, GRAUL (29), SCHUBERT (41)). Trotzdem ist PHILLIPS (31) der Ansicht, daß die Verwendung von Zinkoxyd-Eugenol den Gebrauch der Lacke nicht überflüssig macht, denn er zweifelt an der Dichtigkeit des Zinkoxyd-Eugenols. WUSTROW (48) (auch andere Autoren) gibt eine Art Kavitätenlack an, bestehend aus einer Lösung von Gummi in Chloroform und aus einer von natriumbenzoesaurem Salz in Alkohol. Er hat in seinen damaligen Veröffentlichungen nachweisen können, daß die Benutzung dieser Unterfüllung ebenso zuverlässig ist wie die Verwendung von normal härtendem Zinkphosphatzement als Schutzschicht zwischen Silikatzement und Pulpengewebe. "Diese Unterfüllung ... übt ... keinerlei Nachteile auf das Pulpengewebe aus."

Der Vollständigkeit halber sollen die bei STUBEN (44) einmal aufgeführten und von ihm wegen ihres pulpenschädlichen

Verhaltens als nicht geeignet abgelehnten Imprägnierungsmittel genannt werden. Von diesen Mitteln, die durch die Füllung eiweißhaltiger Bestandteile des Dentinkanälcheninhalts einerseits und andererseits durch Bildung von Niederschlägen die Dentinkanälchen ausreichend verschließen sollen, ist wohl das bekannteste das Silbernitrat. Bei MASSLER (24) heißt es dazu: "Der schwerste Schaden, der unter einer tiefen Kavität, geschnitten mit einem "heißen" Bohrer, beobachtet wurde, ist noch weniger schwer als der, der durch eine einzige Applikation von Silbernitratlösung ... hervorgerufen wird." Ebenfalls bietet Zinkchloridlösung mit Nachtouchierung von Kaliumferrozyanidlösung keinen vollen Schutz. Wegen starker Pulpaschädigung rät STUBEN (44) gänzlich von den Kieselsäureestern (Tiranal, Eucarsil u.a.) und von den Fluorsalzen ab. KLUCZKA (19) rät: " ... das Tiranal, das ja gerade auch für die Behandlung im jugendlichen Gebiß vorgeschlagen wird, nur dort zu verwenden, wo noch eine stärkere kariöse Dentindecke über der Pulpa vorhanden ist."

Die Phosphatzemente (Zink-oxyd-phosphat-zemente und Kupferzemente) haben sich, wie bereits erwähnt, trotz mancher kritischer Äußerungen einiger Autoren (GREVE (8) u.a.) als bisher geeignetste Unterlagematerialien bewährt. Neben der Härte sind an positiven Eigenschaften die thermische Isolation unter Metallfüllungen, die ausreichend dichte

Anlagerung an die Kavitätenwand und die gute Klebekraft zu erwähnen. Durch Letztere entsteht ein sehr guter Zusammenhang zwischen Unterfüllung und Amalgam. Phosphat- und Silikatzement verzahnen, wenn sie beide plastisch aufeinander gedrückt werden, so unlöslich miteinander, daß es bei Abreißversuchen nicht möglich war, sie an ihrer Verbindungsstelle zu trennen (KETTERL (12)). Bei dieser Methode ist infolge der Verzahnung von Unterfüllung und Deckfüllung auch bei Frontzähnen das Anlegen von Haftpunkten und -rillen im Dentin angebracht. Bei anderen Füllungsmethoden müßten Retentionsmöglichkeiten im Schmelz oder in der Schmelz-dentingrenze gesucht werden, was zum Bruch dünner Schmelzränder mit nachfolgenden Randspalten und Sekundärkaries führen kann bzw. die notwendige Isolierung der Pulpa gegen den Silikatzement überhaupt verhindert. Daß die Phosphatzemente auch den erwünschten chemischen Schutz gewähren, wird von den meisten Autoren als gesichert angesehen. SCHUBERT (41) äußert sogar die Meinung, daß durch die alkalische Komponente Zinkoxyd bei den Zinkphosphatzementen die Phosphorsäure neutralisiert und gebunden wird. PANTKE, LEHMANN und GRAUL (29) haben mit Hilfe von Radionukliden festgestellt, daß der Phosphatzement (hier der Kupferzement von Le Trey), den sie neben den Kavitätenlacken untersucht haben, das Eindringen von Phosphorsäure der Silikatzemente zwar nicht ganz verhindert, aber weitaus bessere Ergebnisse lieferte als die Lacke.

Da auch die Phosphatzemente mit Phosphorsäure angemischt werden, haben sich einige Untersucher mit der Möglichkeit der Säureschädigung der Pulpa durch Phosphatzemente beschäftigt. Naturgemäß müssen diese Zemente während der Zeit, in der sie abbinden, sauer reagieren, aber REBEL (33), SCHUBERT (41) und WEIS (46) glauben, daß sich daraus kein Schaden für die Pulpa ergibt, weil diese Zemente bereits 15 Minuten nach dem Anmischen neutral oder sogar etwas alkalisch reagieren. STUBEN (44) dagegen ist der Meinung, daß in der kurzen Zeit schon eine Schädigung der Pulpa auftreten kann. LANGE (20) hat bei einigen Patienten nach dem Legen einer Phosphatzementunterfüllung Beschwerden beobachtet, die sich nur durch die Wirkung des Materials erklären ließen, da bei diesen Patienten a priori normale Pulpen vorlagen und auch die kariösen Läsionen hinsichtlich des Präparationstraumas und der Kavitätentiefe solche Folgen nicht vermuten lassen konnten. Bei der Suche nach den die Beschwerden verursachenden Substanzen brachte die pH-Wertbestimmung der Phosphatzementflüssigkeiten keinen Aufschluß. Die Untersuchung des Pulvers der von ihm verwendeten Phosphatzemente zeigte, daß diesen geringe Mengen Silikatpulvers beigemischt waren. LANGE kommt schließlich zu dem Schluß, daß diese Beschwerden an vor der Behandlung reaktionslosen Zähnen, die er als Zeichen einer reversiblen Pulpairritation bezeichnet, doch durch das Eindringen von Phosphorsäure hervorgerufen werden können. Seiner Meinung nach geschieht das Ansteigen des

pH-Wertes bei den Phosphatzementen von 4 auf 7 innerhalb von zwei Tagen. Amerikanische Autoren lehnen jedes saurehaltige Material als Unterlage ab, also auch die Phosphatzemente (MAGLIN (22)). MASSLER (24) schreibt, das Zinkphosphatzement - nicht Zinkoxydphosphatzement - porös und infolge seines starken Säuregehaltes für die Pulpa schädlich ist, und daß es darüber hinaus seine pulpaschädigende Wirkung noch sechs bis zwölf Stunden nach der Erhärtung behält.

Amalgam.

Über direkte pulpaschädigende Einflüsse ist bei den Amalgamen nichts bekannt (KETTERL (15)). Es haben sich zwar einige Autoren Gedanken darüber gemacht und wohl auch Untersuchungen angestellt, ob und inwieweit das bei den Amalgamen verwendete Quecksilber Schädigungen für den ganzen Menschen oder einzelner Teile z. B. der Nieren bewirkt, aber auf den Zahn selbst hat das Amalgam als chemisches Material offenbar keine schädigenden Auswirkungen (DOLDER (3)). Im allgemeinen werden die Amalgamfüllungen - es handelt sich hier wohl meist um die Edelamalgame, die etwa 65% bis 68% Silber in der Feilung enthalten - mit Unterfüllungen versehen, dies jedoch aus den schon früher dargelegten thermischen Gründen. Aber auch da, wo keine Unterfüllungen angebracht werden, in der Regel nur bei

wenig tief reichenden Kavitäten, werden normalerweise keine klinischen Beschwerden beobachtet. Nach KETTERL (15) sind Unterfüllungen dann nicht erforderlich, wenn der Boden der Kavität im peripheren Drittel des Dentins liegt und ein Kaltluftstrom keine Beschwerden verursacht. In solchen Fällen ist sogar eine Unterfüllung nicht zu empfehlen, da JAGALLA in Schliffpräparaten nachweisen konnte, daß die Pulpa gerade dann mit einer stärkeren Anlagerung von irregulärem Dentin antwortet. LANGE LAND (21) hat bei seinen Untersuchungen, bei denen er ebenfalls keine Unterfüllungen legte, keine entzündlichen Reaktionen in der Pulpa unter der Amalgamfüllung feststellen können. Die in einigen seiner Schnitte aufgefundene Unterbrechung der Odontoblastenschicht führt er auf Fehler bei der Kavitätenpräparation zurück, die er schon durchgeführt hatte, als ihm die Auswirkungen dieser Fehler noch nicht bekannt waren.

Bei PHILLIPS (31) werden manche klinischen Erscheinungen dem Eindringen von Flüssigkeiten zwischen Füllung und Wand der Kavität zugeschrieben. Das Dentin, dem er die Eigenschaften eines guten Wärmeisolators und einer semipermeablen Membran zuschreibt und das demnach das Vordringen der eingesickerten Flüssigkeiten aufhält, vermag aber bei tiefer reichenden Kavitäten, bei welchen wie die Pulpa bedeckende Dentinschicht 0,2 mm und weniger beträgt, die Pulpa nicht mehr genügend zu schützen. Dazu ist nach seinen Ausführungen noch zu beachten,

daß bei jeder tiefen Präparation die Möglichkeit der mikroskopischen Freilegung der Pulpa gegeben ist, ohne daß dies sofort klinische Beschwerden auslöst. Die eindringenden Flüssigkeiten haben dann ungehinderten Zugang zu ihr. Mit dem Altern der Füllung tritt nach PHILLIPS die Bildung korrosiver Substanzen, z.B. Zinn- oder Silbersulfide auf der Grenzfläche Amalgam - Kavitätenwand ein, wodurch allmählich das Eindringen der Flüssigkeiten verhindert und somit eine Sekundärkaries hintangehalten wird. Gegen das Eindringen der Flüssigkeiten werden Unterfüllungen aus Zinkoxyd-Eugenol o.ä., jedoch nicht Phosphatzemente, und Kavitätenlacke empfohlen.

Im Gegensatz zu den Ansichten von PHILLIPS stehen andere Autoren, die sich mit dem Randschluß, der Adaptation, der Kontraktion bzw. der Expansion und der Korrosion der Amalgame befassen und die annehmen, daß diese Faktoren alle in gewisser Weise zusammenhängen. Ein guter Randschluß wird allein schon durch die exakte Kavitätenpräparation erreicht. COHNERT (1), EINFELDT (6) und HEYM (11) weisen in diesem Zusammenhang auf das Nacharbeiten besonders der Kavitätenränder mit feinen Steinchen oder Sandpapierscheiben hin, da vor allem die Präparation mit Turbinenbohrern rauhe zackige Ränder hinterläßt. Weiterhin wird der Randschluß durch die Stopftechnik des Amalgams beeinflusst, wobei sich besonders hoher Stopfdruck und die Adaptation an die Kavitätenwände

auf den Bestand der Füllung günstig auswirkt (HEYM (11), WOLFLING (47)). Einen sehr aufschlußreichen Beitrag zu diesem Thema stellen die Arbeiten von RIETHE (36-38) dar. Bei ihm wird darauf hingewiesen, daß der Zahnarzt nur noch die silberreichen Edelamalgame ($\text{Ag} \approx 65 \% \text{ min}$, $\text{Cu} = 6 \% \text{ max}$, $\text{Zn} = 2 \% \text{ max}$, $\text{Sn} = 25 \% \text{ min}$) verarbeiten sollte, die vom Hersteller bereits voramalgamiert sind und die durch besondere Behandlung einen Alterungsprozeß durchgemacht haben, sodaß sie bei Lagerung über mehrere Jahre in ihren physikalischen Eigenschaften keine Veränderungen mehr erleiden. Diese Amalgame entsprechen den Anforderungen der amerikanischen Spezifikation Nr. 1 gerade in bezug auf das Dimensionsverhalten (HEYM (11), STERNER-RAINER (43), WOLFLING (47)). In mehreren Untersuchungsreihen konnte RIETHE (36-38) zeigen, daß diese Amalgame nach einer initialen Kontraktion expandieren, und zwar haben sich im Laufe von 24 Stunden bestimmte zylindrische Prüfkörper - etwa 5 mm im Durchmesser und 10 mm in der Länge messend - zwischen 3 und 13 Mikron/cm ausgedehnt. Dies entspricht den Anforderungen des N B S (National Bureau of Standards). Diese Forderungen dienen dem Zweck, den Spalt zwischen Amalgam und Kavitätenrand, der immer irgendwie vorhanden sein wird, so klein zu halten, daß keine kolloidalen Lösungen oder gar Bakterien in ihn eindringen können. Mit den Flüssigkeiten werden unausbleiblich auch kariesfördernde Substanzen eindringen, die eine Sekundärkaries hervorrufen. Nicht zuletzt dient auch die

Politur dazu, die Oberfläche, die durch festes Auspressen des Quecksilbers gute Eigenschaften bezüglich der Haltbarkeit und der Dauer der Füllung gewinnen soll, glatt und korrosionsfest zu machen. Dabei wird bei der Politur besonderes Augenmerk auf den Übergang vom Amalgam zum Schmelz gelegt. Der Zweck der Politur ist es, eine glatte Oberfläche zu schaffen und den möglicherweise noch vorhandenen sehr schmalen Spalt durch feines Anschlagen des Amalgams an den Schmelz mittels Schlagpolierer und durch Finieren ganz zu beseitigen (HEYM (11)).

Silikate.

"Der Silikatzement wurde 1903 von STEENBOCK und ASCHER in die Zahnheilkunde eingeführt. Neben dem Amalgam gehört der Silikatzement heute zu den meist gebrauchten Füllungs-materialien; auf drei Amalgamfüllungen entfallen zwei Silikatfüllungen. Diesen bedeutenden Platz eroberte sich der Silikatzement wegen seiner einfachen Verarbeitung und seines zahnähnlichen Aussehens." Damit hat DOLDER (4) sehr prägnant alle guten Eigenschaften der Silikatzemente beschrieben. Die qualitative Zusammensetzung der Silikatzemente wird ebenfalls von DOLDER (4) in einem summarischen Bild wie folgt angegeben:

für das Pulver

Si O ₂	40 Teile	Na	15 Teile
Al ₂ O ₃	30 "	Ca	
Fluor	15 "	P ₂ O ₅	

für die Flüssigkeit

H ₃ PO ₄	50 Teile (Orthophosphorsäure)
H ₂ O	40 "
Al und Zn-Salze	10 "

Daneben kommen bei den Silikaten noch einige andere Bestandteile in Spuren vor, woei man aber von Verunreinigungen spricht. Als solche ist u.a. das Arsen zu nennen, welches aber nach den Vorschriften der A D A bis zu einer höchstzulässigen Menge von 0,0002 % im Silikatzement enthalten sein darf (KLAUER (16)).

Schon bald nach der Einführung der Silikatzemente mußte man feststellen, daß gerade unter diesem Füllungsmaterial die Pulpen der damit versorgten Zähne regressive Veränderungen erlitten, aus welchen nicht selten eine Nekrose resultierte, die oft erst festgestellt wurde, nachdem der Zahn infolge einer sich im Laufe der Zeit dazu gesellten Infektion periodontitisch geworden war, oder nachdem sich eine Fistel gebildet hatte. Der gleiche Vorgang spielt sich auch heute noch relativ häufig ab, bei Jugendlichen noch öfter (ROYDHOUSE (40), ZANDER (49)) als bei Zähnen älterer Menschen.

PALAZZI (27) stellt dazu noch fest: "Nur bei bestimmten Personen mit gut verkalkten Geweben und im allgemeinen bei Leuten reifen oder vorgerückten Alters werden durch Silikate hervorgerufene Veränderungen der Pulpa nicht beobachtet." Dieser Fehler der Silikatzemente hat eine große Zahl von Untersuchern auf den Plan gerufen, die nach der Ursache für den Pulpenuntergang forschten. Auch die Silikat herstellenden Fabriken haben sich um Verbesserungen bemüht, ohne bis heute jedoch die Silikatzemente wirklich gefahrlos zu machen oder den eigentlichen Grund für die Pulpenveränderungen zu finden. Da die Pulpa durch das sorgfältige Anbringen einer Unterfüllung recht gut gegen den schädlichen Bestandteil der Silikatzemente, gleich welcher Art, geschützt werden kann - gelegentlich trifft auch der gewissenhafteste Zahnarzt einmal auf eine unter seiner Behandlung entstandene Pulpennekrose - sind die Silikatzemente als derzeit noch bestes und billigstes Füllungsmaterial im Frontzahngebiet anzusehen und mit gutem Gewissen anzuwenden.

Auf der Suche nach den Ursachen für den Pulpenuntergang legt ROYDHOUSE (40) eine außergewöhnliche Meinung dar, indem er die regressiven Vorgänge als eine Antigen-Antikörperreaktion auf Silikatmineralien darstellt, daneben aber auch von einer Akkumulation von Giften spricht - es sind hauptsächlich Aluminium-silikophosphate gemeint -, die auf Gefäße und Zellen wirken. Bei seinen Darlegungen geht ROYDHOUSE (40) davon aus, daß die

Silikate direkt mit dem Dentin in Kontakt kommen, also ohne Unterfüllung gelegt sind. Die von vielen anderen Autoren gestützte Theorie der Pulpendegeneration und der Nekrose infolge der Einwirkung von Säuren, insbesondere der Phosphorsäure, wird von ihm nicht so vorbehaltlos geteilt, da es sich erstens um nur sehr kleine Mengen an Säure handelt und da es zum anderen im Zahn eine Menge Abwehrmechanismen gibt. Als solche sind zu nennen: der Dentinliquor, der, wahrscheinlich von den TOMESschen Fasern gebildet, bei seinem Abfluß in die Lymphe Säurebestandteile wegschwemmt, weiterhin die Tatsache, daß der Dentinliquor stark gepuffert ist, und nicht zuletzt sind Eiweißsubstanzen vorhanden, die Säuren neutralisieren. Von einem ganz anderen Standpunkt ausgehend streitet PECCHIONI (30) eine Pulpenschädigung durch die Orthophosphorsäure der Silikatzemente ab. Er konnte nämlich mit Hilfe der Autoradiographie ⁺⁾ unter Verwendung von mit radioaktivem Phosphor markierter Säure nachweisen, daß eine Durchlässigkeit des Dentins für radioaktiven Phosphor nicht

⁺⁾ Autoradiographie = die Selbstabbildung radioaktiver Präparate (Dünnschnitte, Gesteinsschliffe, Ausstriche) auf einem photographischen Film. Hierzu wird ein Spezialabziehfilm (Sprippingfilm) feucht auf das Präparat gelegt. Nach dem Antrocknen beginnt die Belichtung durch die vom Präparat ausgehenden radioaktiven Strahlen. Präparat und entwickeltes Autoradiogramm werden meistens unter dem Mikroskop gemeinsam betrachtet, wobei sich genau feststellen läßt, von welchen Bezirken des Präparates radioaktive Strahlen ausgegangen sind. Bei Verwendung geeigneter Platten ist die Spur jedes einzelnen ausgesandten Teilchens (α -, β -Strahlung) zu erkennen und der Ausgangspunkt lokalisierbar.

nach: Der große Brockhaus 16. Aufl.

Wiesbaden 1958 Erg.Bd. 13,45

besteht. Dies ist auch nicht möglich, denn es gibt keine freie Orthophosphorsäure, wenn Flüssigkeit und Pulver der Silikatzemente gemäß "den wohlabgegrenzten Regeln" angemischt werden. Es müssen also andere Faktoren für das Absterben der Pulpa unter Silikatzementen gefunden werden, und es werden andere pathogene Faktoren aufgezählt, wie Schädigung der TOMESschen Fibrillen im Dentin, die sekundär zur Nekrose der Pulpa führen. Es ist überhaupt eine allgemein aus der Chemie bekannte Regel, daß bei niedrigen Temperaturen Reaktionen langsamer vor sich gehen, woraus sich bei den Silikaten bei einer niedrigen Anrührtemperatur eine größere Pulveraufnahmefähigkeit der Flüssigkeiten ergibt, was einer größeren Dichte bei der vollendeten Füllung und einer Herabsetzung des Säureüberschusses zugute kommt (HETTINGER (9), KLAUER (16) u.a.).

Nach FASSDORF (7) ist ebenfalls bei der Phosphorsäure der Silikate nicht die Schuld für sich allmählich einstellende Pulpennekrosen zu suchen. Diese steht nämlich nach seiner Meinung nur während der Applikation und der Abbindephase frei zur Verfügung. Der sogenannte sekundäre Säurestoß kommt deswegen nicht in Frage, weil Phosphorsäure dann in geringster Konzentration wirksam und schädlich sein müßte, was mit der Tatsache nicht in Einklang zu bringen ist, daß in der Blut- und Gewebsflüssigkeit ein gewisser Phosphatspiegel dauernd vorhanden ist.

PANTKE, LEHMANN und GRAUL (29) weisen dagegen mit Hilfe von Radio - Nukliden nach, daß sogar Unterfüllungen (Kupferzement der Firma De Trey) und Kunststoffolienverbände wie Kapsidur, Unifolan und L.L. Merz Liquid Lining das Eindringen der Phosphorsäure in das Dentin nicht vollständig zu verhindern vermögen. Was die Theorie der Pulpaschädigung durch im abbindenden oder abgebundenen Silikatzement vorhandene Säuren anbelangt, so wird sie durch eine sehr große Anzahl von Forschern immer wieder hervorgehoben. Viele Autoren sprechen da von freier oder ungebundener Säure (EICHNER (5), MAEGLIN (22), MASSLER (24), REBEL (33), RIEDEL (35), SCHUBERT (41)), die auch noch lange nach dem Abbinden der Silikate in schädigender Weise eine Wirkung auf die Pulpa ausüben. Andere verurteilen die Theorie der "freien Säure", halten aber an der Möglichkeit einer Schädigung durch Säure fest (CSERNYEI (2)). Aus KLAUERS (16) Bericht geht hervor, daß statt freier Säure die Flüssigkeit der modernen Silikate nur noch primäre oder z.T. sogar nur sekundäre Phosphate enthält. Trotz der vorher zitierten Stimmen, die die Säuretheorie ablehnen, kann man mit vielen anderen Autoren annehmen, daß die Silikatzemente über die Dauer des ersten Erhärtens, der primären Abbindephase mit einer Zeitdauer von etwa 10 Minuten nach Beendigung des Anmischens, sauer reagieren und an die Umgebung auch etwas von dieser Säure abgeben oder diese zu schädigen vermögen (ROHRER (39)). Diese Feststellung fußt auf der Zusammensetzung der Silikatzemente. Diese werden angemischt aus einem Pulver, das einen pH-Wert

von etwa 7,5 aufweist, und einer Flüssigkeit mit einem pH-Wert von 2,0. Etwa dasselbe gilt auch für die Zinkphosphatzemente, doch reagieren letztere nach einer Erhärtungszeit von 10 bis 15 Minuten bereits neutral ($\text{pH} = 7$), während die Silikatzemente durchschnittlich nach der gleichen Erhärtungszeit noch einen pH-Wert von 2,8 bis 3,5 aufweisen. Erst nach 24 Stunden erreicht der Silikatzement den Wert $\text{pH} = 7$ (REBEL (33)). Andere Autoren, die im Prinzip dasselbe feststellen konnten, unterscheiden sich nur etwas in den Daten. So heißt es bei MAEGLIN (22): "Während Phosphatzemente in zwei Tagen keine Säure mehr abgeben, erfolgt das Abbinden und das Ansteigen des pH-Wertes bei Silikatzementen von 4 bis gegen 7 innerhalb eines Monats. Die schädigende Phosphorsäure hat also viel länger Zeit, auf die Pulpa einzuwirken." MASSLER (24) schreibt im März 1965, daß die Säure von Silikatzementen frei ist und auch wahrscheinlich während der ganzen Lebensdauer der Füllung aktiv bleibt und daß sie durch die Dentinkanälchen in Richtung Pulpa vordringt und sie somit schädigen kann. WEIS (46) stellte in seinen Untersuchungen fest, daß 6 bis 8 Tage vergehen, bis sich eine Neutralisierung der Silikate und der sich annähernd gleich verhaltenden Steinzemente = Silikophosphatzemente einstellt. Diese Neutralität liegt nach ihm bei etwa $\text{pH} = 6$, da nach seinen Ausführungen die Silikatzemente gepufferte Systeme darstellen.

Obwohl die Vorgänge bei der Abbindeung der Silikatzemente sehr komplex und im einzelnen überhaupt noch nicht restlos geklärt sind, weiß man heute jedoch, daß die Silikate im Anschluß an die erste Abbindephase, der etwa 7 bis 15 Minuten dauernden ersten Erhärtungsphase, eine zweite Abbindephase durchlaufen, in der sie auskristallisieren. Dieser Vorgang erstreckt sich über 6 bis 8 Wochen (RIEDEL (35)). In dieser Zeit geht auch der Oxydationsprozeß der primären Phosphate, die stark sauer reagieren und nachweislich eine chemische pulpenschädigende Wirkung haben, vor sich. Diese oxydieren zu den fast neutral reagierenden sekundären und tertiären Phosphaten, die für das Zahnmark unschädlich sind (KETTERL (14), RIEDEL (35)). Wenn also nach einer gewissen Zeit von den Silikatzementen ein neutrales Verhalten erreicht wird, dann muß in den Fällen, in welchen über die Dauer eines halben Jahres oder länger eine Nekrose der Pulpa eintrat, diese in den oben erwähnten 6 bis 8 Wochen schon so geschwächt worden sein, daß eine Erholung und Gesundung nicht mehr möglich war. Die Phosphorsäure ist es nicht allein, die für eine Schädigung der Pulpa oder deren Nekrose verantwortlich gemacht wird. Es sind noch die sauren Salze (Fluor, Aluminium und Beryllium) und andere Säuren (Fluorwasserstoff, Chlorwasserstoff und Kieselsäure) mit in Rechnung zu stellen (EICHNER (5), PANTKE, LEHMANN, GRAUL (29), REBEL (33), RÖHREK (39)). Da man besonders die sauren Salze nicht bei der pH - Wert-Messung des abbindenden oder abgebundenen Zementes mit erfassen kann, ist der Wert dieser Methode bei der Suche nach den Gründen der Pulpenschädigung

zumindest anzuweifeln (ROYDHOUSE (40), UGE (45)). Außerdem ist die pH - Wert-Bestimmung verfälscht, wenn, wie KLAUER (16) angibt, ein Phosphatpuffer vorliegt, der auch bei größeren Änderungen in der Zusammensetzung der Flüssigkeit seinen pH - Wert nicht wesentlich ändert.

Fluor ist ein wesentlicher Bestandteil der Silikatzemente.

Ihm kommt als Grundstoff eine große Bedeutung zu, da es zur Kariesprophylaxe auf Grund der Feststellung herangezogen wird, daß sich der im Schmelz enthaltene Hydroxylapatit

$\left[3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2 \right]$ in Fluorapatit $\left[3\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot \text{CaF}_2 \right]$ umwandeln läßt. Möglicherweise tritt das Fluor der Silikatfüllungen ebenfalls aus und wandert in den Schmelz, um dessen Löslichkeit zu reduzieren. Man beobachtet auch neben Silikatfüllungen weniger Sekundärkaries (MASSLER (24), PHILLIPS (31)).

In dem gleichen Fluor aus den Silikatfüllungen, das in der eben geschilderten Weise dem Schmelz zugute kommt, sehen einige Autoren die Ursache für den Untergang der Pulpa.

Es handelt sich dabei um Fluorionen, Fluorsalze oder um die Flußsäure, die aus dem Silikatzement herausgelöst werden und ungebunden ihren alterierenden Einfluß ausüben oder die, infolge des heftigen Reaktionsvermögens des Fluors, sich mit und aus anderen Substanzen bilden (CSERNIEI (2), FASDDORF (7), HEYDEN u. STOLLEY (10)).

Die Histologie einiger Pulpen unter Silikatfüllungen haben ebenfalls mehrere Autoren beschrieben. Hier sei als erster

DOLLER (3) genannt, der in 24 Prämolaren und Molaren von gesunden Jugendlichen (9 bis 15 Jahre), die mit großer Wahrscheinlichkeit noch keine Pulpenveränderungen erlitten hatten, Silikatfüllungen ohne Unterfüllung gelegt hat. Die Zähne waren teils intakt, teils wiesen sie nur eine oberflächliche Schmelzkaries auf. Die Kavitätenpräparation wurde mit aller Vorsicht durchgeführt, sodaß hierdurch keine ungünstigen Einflüsse auf die Pulpa ausgeübt wurden. Die Zähne wurden aus kieferorthopädischen Gründen nach 1 bis 4 Monaten, in deren Verlauf durch Kontrollen sichergestellt war, daß keine klinischen Beschwerden aufgetreten waren, unter Verwendung frischer Novocainlösungen ohne Vasokonstringenz, damit auch dadurch keine Pulpenveränderungen verursacht wurden, extrahiert und histologisch untersucht. DOLLER stellte bei einem Fünftel dieser Fälle unter den durch die Füllung betroffenen Dentinkanälchen eine Steigerung des Dentinanbaues fest. Die Odontoblasten, die bei diesen jungen Zähnen noch im Aufbau begriffen sind, zeigten sich in der Regel in ununterbrochener Reihe und nur wenige Odontoblastenzellen ließen eine Vakuolisierung erkennen. Kapillaren waren in der WEILSchen Schicht sichtbar, und die Gefäße inmitten der Pulpa zeigten eine stärkere Füllung und Erweiterung als Anzeichen einer aktiven Hyperämie, die aber infolge ihrer Geringfügigkeit keine dauernde Schädigung der Pulpa darstellt. Abschließend bemerkt er: "Wir haben also in den Pulpen der mit bestimmten Silikatzementen (Syntrex und Salvit) gefüllten Zähne weder zahlreichere noch intensivere Abweichungen vom idealen Normalzustand einer

Pulpa beobachten können, als wie sie an äußerlich intakten oder mit irgendeiner anderen leichteren oder schwereren Dentinentblößung behafteten Zähne vorkommen." KETTERL (14) und LANGELAND (21) beschrieben Anzeichen einer chronischen Entzündung in der Pulpa unter Silikatfüllungen - bei LANGELAND waren diese Silikatfüllungen ohne Unterfüllungen gelegt. LANGELAND hat ebenfalls alle Vorsichtsmaßnahmen und Regeln bei der Präparation und dem Legen der Füllung eingehalten. Auch hier wird die Bildung von irregulärem Dentin beschrieben, was doch als positive Abwehrreaktion der Pulpa anzusehen ist. Die Odontoblastenschicht war bei LANGELANDS Versuchszähnen etwas reduziert, und er fand Hyperämien und gelegentlich sogar zerstörte Erythrozyten. KETTERL (14) beschreibt einige nekrotische Bezirke in der Pulpa, wobei er mit REBEL von einer "pulpitis necroticans" spricht. Recht bedenklich ist das Bild der Pulpen, das sich CSERNYEI (2) in Zähnen bot, bei denen unter Silikatfüllungen keine isolierende Schicht gelegt war. Neben der Bildung von Sekundärdentin fand er zystische Entartung, Blutungen, Infarkte, hyaline Degeneration und andere histologische Eigenarten. GREVE (8) endlich berichtet sogar: "... so bemerkt man, wenn nicht bereits totale Gangrän eingetreten ist, ... Sklerose mit noch empfindlichen Nervenfasern. Es gelingt meistens auch, die Pulpa in toto zu exstirpieren."

Vorbehandlung und Technik des Schneidens und Färbens der Zähne.

Die nachfolgend histologisch untersuchten Zähne stammen aus zwei Praxen. Sie wurden mit Silikat- und Steinzementen (=Silikophosphatzementen) oder Amalgam im normalen Praxisablauf gefüllt. Es waren also keine Versuchsbedingungen gegeben. Die Zähne waren vor ihrer Füllung alle mit einer oberflächlichen bis mitteltiefen Karies behaftet; eine Caries profunda lag in keinem Falle vor. Die Präparation der Kavitäten erfolgte in allen Fällen nach den bekannten Regeln⁺⁾ . Die Kavitäten wurden mit 3 %igem Wasserstoff-superoxyd und mit Xylol bzw. Imprägnol ausgewaschen und mit Warmluftbläser getrocknet. Dadurch verursachte Schädigungen sowie Veränderungen, die durch Parodontose, die vorher bestandene Karies oder durch Allgemeinerkrankungen an den Pulpen eingetreten sind, können nicht gesondert berücksichtigt werden. Zur Untersuchung gelangten Zähne, die a) wegen sekundärer Karies mit zum Teil akuten pulpitischen Beschwerden, b) aus parodontotischen und c) aus prothetischen Gründen extrahiert wurden. Die Vitalität der Zähne war in den Fällen der pulpitischen Beschwerden deutlich vorhanden, in den anderen Fällen herabgesetzt. Einige reagierten z.B. auf einen mit Chloräthyl besprühten Wattebausch, also auf Kälte,

⁺⁾ Diamantschleifer mit guter Wasserkühlung für die Schmelzpartien, scharf schneidende Bohrer für das erweichte Dentin, geringste Bruckanwendung, Extension for Prevention, usw.

gar nicht und auf Faraday'schen Strom nur bei stärkeren Stromstößen. Einige Zähne ließen auch den Schluß zu, devital zu sein. Die Zähne wurden in Leitungsanästhesie, bzw. in örtlicher Betäubung unter Verwendung handelsüblicher Anästhetika mit Vasokonstriktorenzusatz komplikationslos extrahiert, nachdem sie zwischen 1 bis 15 Jahre reizlos mit ihren Füllungen im Patientenmunde in Funktion gestanden hatten. Sofort nach der Extraktion wurden sie mit lauwarmem Wasser zur Entfernung des Blutes überspült. Anschließend wurden sie zur Fixation der Pulpa einzeln in Glasfläschchen, 10 %ige Formalinlösung enthaltend, bis zur Entkalkung einige Wochen lang aufgehoben. Diese erfolgte nach Abgießen des Formalins in den selben Glasfläschchen mit 5 %iger Salpetersäure über 5 bis 10 oder 12 Tage, je nach der Art des Zahnes; kleine dünne Schneidezähne entkalkten schneller, Molaren etwas langsamer. Manche Zähne mußten auch etwas länger entkalkt werden, weil, wie sich später beim Schneiden herausstellte, Dentinpartien unter den Silikatfüllungen wohl etwas stärker verkalkt waren und deshalb der Salpetersäure mehr Widerstand leisteten. Die gleiche Feststellung, daß unter Silikatfüllungen Schmelz und Dentin widerstandsfähiger gegen den Angriff von Säuren geworden sind, haben auch MASSELER (24) und PHILLIPS (51) getroffen. Nach der Entkalkung durch die Salpetersäure erfolgte über 24 Stunden eine Neutralisierung mittels Natriumsulfat, und anschließend wurden die Zähne 24 Stunden lang in laufendem Leitungswasser gewässert.

Nach einer derartigen Vorbehandlung wurden von jedem Zahn mit dem Leitz - Mikrotom und dem Kühlaggregat "Frigomat" drei bis sechs 20 μ starke Gefrierschnitte angefertigt. Die Schnitte wurden mit Hämatoxylin-Eosin gefärbt. Auf die Notwendigkeit einer Serie von Schnitten desselben Zahnes hat LANGE LAND (21) hingewiesen: bei der Untersuchung der vorliegenden Zahnschnitte konnten ebenfalls bei einigen Präparaten pathohistologische Veränderungen gefunden werden, die bei anderen Schnitten desselben Zahnes nicht gefunden wurden und die, für sich alleine betrachtet, den Schluß auf völlige Gesundheit der Pulpa zugelassen hätten.

Der Verfasser ist sich bewußt, daß keine lückenlosen Serien bei 3 - 6 Schnitten untersucht wurden. Wohl wurden die Zähne serienmäßig aufgeschnitten, die Entnahme der 3 - 6 Schnitte erfolgte aber wahllos.

Histologische Befunde.

I. Zähne mit Amalgamfüllungen.

Nr. 1 Der linke untere Weisheitszahn des 24-jährigen gesunden Patienten wurde wegen einer Sekundärkaries extrahiert. Das klinische Bild wies eine okklusale Amalgamfüllung mit Unterfüllung auf, die etwa 3 Jahre alt war, daneben in distaler Richtung die Karies. Aus der Anamnese war zu erfahren, daß nur unbedeutende Beschwerden auf Kalt in letzter Zeit aufgetreten waren. Die Vitalität des Zahnes war herabgesetzt. ⁺⁾

Das histologische Bild zeigt eine beginnende retikuläre Atrophie der Pulpa. Die Odontoblasten sind unter dem Kronendach vakuolär degeneriert. Eine Reizdentinbildung hat nur über der Bifurkation stattgefunden. Unter der Sekundärkaries ist eine Hohlraumbildung, die möglicherweise ein Abszeß sein könnte, zu konstatieren. Entzündungszellen sind nicht zu sehen.

Nr. 2 Hier liegt ein rechter oberer Eckzahn einer 49-jährigen Patientin mit guter Konstitution vor. Der Zahn trug seit 6 Jahren eine distopalatinale Amalgamfüllung mit Unterfüllung. Zur Extraktion war es im Zuge der rationellen prothetischen Versorgung gekommen. Es lag außerdem eine Sekundärkaries vor. Die Vitalität war herabgesetzt, Chloräthyl sprach überhaupt nicht an.

Im histologischen Bild fällt die starke retikuläre Atrophie ins Auge. Die Pulpa ist nurmehr als dünner Faden

⁺⁾ Herabgesetzte Vitalität lag vor, wenn Chloräthyl nicht, ein elektrisches Prüfgerät mit 12 Stromstärkegraden aber erst bei Stufe 10 - 12 ansprach.

sichtbar, dargestellt durch ein Gefäß und einen Nervenstrang. Odontoblasten sind nicht mehr sichtbar. Es fällt die starke Reizdentinbildung unter der Füllung auf. Es besteht kein Hinweis auf entzündliche Vorgänge.

Nr. 3 Unterer Molar einer 50-Jahre alten, etwas zarten Patientin.

Die Extraktion des Zahnes, der seit über 10 Jahren eine okklusale und eine bukkale Amalgamfüllung ohne Unterfüllung trug, erfolgte aus prothetischen Gründen. Der Zahn war subjektiv gesund, klinisch bestand außer den beiden Füllungen eine kleine Karies am bukkalen Zahnaals. Die Vitalität des Zahnes war normal.

Histologisch ist zunächst eine geringe Hyperämie mit erythrozytengefüllten Gefäßen festzustellen bei sonst annähernd gesunder Pulpa. Die Odontoblasten sind nur unter dem distolingualen Pulpenhorn vakuolär degeneriert. Unter der okklusalen Füllung hatte sich eine geringe Reizdentinsschicht gebildet. Als regressive Vorgänge imponieren Dentikel in der Krone und eine kalkige Degeneration in der Wurzel.

Nr. 4 Unterer Molar derselben Patientin wie unter Nr. 3.

Der etwa 15 Jahre lang eine okklusale Amalgamfüllung tragende Zahn war klinisch gesund, zeigte normale Vitalität und wurde ebenfalls aus prothetischen Gründen extrahiert. Die Zahnschnitte zeigen unter dem Mikroskop eine beginnende retikuläre Atrophie, eine stellenweise gesunde, stellenweise vakuolär degenerierte Odontoblastenreihe, geringe Reizdentinbildung unter der Füllung

und starke Dentikelbildung.

Nr. 5 7+ der unter Nr. 3 und 4 angeführten Patientin.

Seit über 10 Jahren lag in dem Zahn eine okklusale und eine mesiale Amalgamfüllung. Der Zahn war beschwerde-
los, zeigte aber mesial eine Sekundärkaries. Die Vitalität
war erhalten. Extraktion aus prothetischem Grund.

Der histologische Schnitt läßt eine annähernd gesunde
Pulpa mit geringer Hyperämie finden. Die Odontoblasten
sind nur an wenigen Stellen vakuolär degeneriert. Unter
den Füllungen und der Sekundärkaries, besonders in einem
Pulpenhorn, befindet sich Reizdentin. Über der Bifur-
kation zeigen sich mehrere Dentikel.

Nr. 6 52-jährige Patientin, guter Allgemeinzustand. Die
u.

Nr. 7 subjektiv gesunden Zähne, +6 mit einer etwa 10 Jahre alten
okklusaldistalen Amalgamfüllung und +7 mit einer etwa
13 Jahre alten, im mesialen Interdentalraum überstehenden
mesiookklusalen Amalgamfüllung, wurden wegen Lockerung
und einer sich im Röntgenbild zeigenden tiefen Knochen-
tasche entfernt. Von der Knochentasche ausgehend lagen
seit längerer Zeit Beschwerden vor. Die Vitalität beider
Zähne war nur geringfügig herabgesetzt.

Bei +6 finden wir im histologischen Schnitt eine
beginnende retikuläre Atrophie, in einem Pulpenhorn eine
geringe seröse Durchtränkung. In einem Pulpenhorn liegt
geringe Reizdentinbildung vor, während die Odontoblasten
in beiden Pulpenhörnern vakuolär degeneriert, sonst aber

intakt sind. In der Wurzel herrscht kalkige Degeneration vor.

Bei +7: Hyperämie und seröse Durchtränkung, beginnende retikuläre Atrophie stellenweise mit vakuolärer Degeneration der Odontoplasten, geringe Reizdentinbildung in einem Pulpenhorn.

- Nr. 8 Diese 26-jährige Patientin litt unter florider Karies, weshalb sie sich alle Zähne extrahieren ließ. Ihre allgemeine Konstitution war herabgesetzt. Zahn 4- trug seit etwa 5 Jahren eine okklusale Amalgamfüllung mit Unterfüllung. Er war subjektiv und klinisch gesund. Die Vitalität war etwas herabgemindert.

Bei der histologischen Untersuchung kann eine Hyperämie mit seröser Durchtränkung bei beginnender retikulärer Atrophie in der Krone festgestellt werden. Die Odontoblastenschicht ist im Kronenteil des Zahnes intakt; Reizdentin ist nicht zu finden, bis auf einen großen wandständigen Dentikel.

Die Reaktionsfähigkeit scheint stark herabgesetzt zu sein.

- Nr. 9 Die Extraktion des klinisch gesunden +6 der 31-jährigen Patientin erfolgte aus parodontotischen Gründen und zwecks günstigerer Prothesengestaltung. Der Zahn wies eine etwa 10 Jahre alte okklusale Amalgamfüllung auf. Er war vital. Der Kronenteil des Zahnes weist eine gesunde Pulpa mit nur einzelnen Vakuolen in der Odontoblastenreihe auf.

Nur einige Venen treten durch weite Lumina stärker hervor. Über der Bifurkation liegt starke Reizdentinbildung, im Wurzelteil kalkige Degeneration und Dentikel.

Nr. 10 Es handelt sich um dieselbe Patientin wie in Nr. 9.

Der hier histologisch untersuchte rechte obere Weisheitszahn wurde wegen starker pulpitischer Beschwerden extrahiert, nachdem er 10 Jahre eine okklusaldistale Amalgamfüllung getragen hatte. Eine neu aufgetretene Karies hatte zu diesen Beschwerden geführt.

Das histologische Bild mit einer Pulpitis totalis und einem beginnenden Abszeß im Kronenteil bestätigt den klinischen Befund. Die starke Reizdentinanlagerung am Kronendach unter der Füllung läßt jedoch auf eine einstmals ausgezeichnete Reaktion der Pulpa schließen. Die Wurzelpulpa, die nur noch fadenförmig sichtbar ist, ist kalkig degeneriert.

Nr. 11 Der 54-jährige Patient, welcher unter starker Parodontose litt und dadurch schon mehrere Zähne verloren hatte, sonst aber guten Allgemeinzustand zeigte, suchte unsere Praxis wegen Schmerzen beim Kauen auf. Sein seit 10 Jahren eine okklusaldistale Amalgamfüllung tragender klinisch gesunder +7 war stark gelockert und periodontitisch. Eine Vitalität des Zahnes war nicht mehr festzustellen. Das histologische Bild zeigt nur nekrotische Massen, die das ganze Pulpenkavum ausfüllen. Der Zahn war wahrscheinlich auf dem Wege über die freigelegten Wurzeln devital geworden.

Nr. 12 Der eine sehr alte okklusale Amalgamfüllung tragende untere Molar dieser 40-jährigen Patientin von gutem Allgemeinzustand wurde aus prothetischen Gründen extrahiert. Eine beginnende Parodontalerkrankung war festzustellen. Der Zahn war subjektiv gesund, die Vitalitätsprüfung fiel positiv aus.

Der histologische Befund: geringe seröse Durchtränkung bei beginnender retikulärer Atrophie, die Odontoblasten sind allenthalben vakuolär degeneriert, die Kerne pyknotisch. Unter der Füllung hatte geringe Reizdentinbildung stattgefunden. Die Gefäße zeigen Kalkeinlagerungen.

Nr. 13 Der 42 Jahre alte gesunde Patient ließ sich den +4, eine einjährige distale Amalgamfüllung ohne Unterfüllung tragend, wegen Lockerung entfernen. Es bestanden außer der Lockerung keine Beschwerden, und der Zahn zeigte klinisch keine Schäden. Die Vitalität war etwas herabgemindert.

Die Pulpa ist hyperämisch und serös durchtränkt. Im Kronenteil sind die Odontoblasten sehr stark von vakuolärer Degeneration befallen, in der Wurzel sind sie nicht so stark in Mitleidenschaft gezogen. Eine Reizdentinbildung hat nicht stattgefunden. Die Gefäße sind sklerotisch.

Nr. 14 Wegen einer Pulpitis partialis wurde der 15-jährigen etwas zarten Patientin, die an einer chronischen

Gingivitis wegen Engstandes litt, der Zahn 7- extrahiert. Neben einer 2 bzw. 4 Jahre alten okklusaldistalen bzw. bukkalen Amalgamfüllung hatte sich eine Sekundärkaries gebildet.

Das histologische Bild der Pulpa zeigt deutlich unter der kariösen Eröffnung des Pulpenraumes die akute Entzündung. Eine Hyperämie und eine fibröse Durchtränkung umgeben den Entzündungsherd. Die übrige Pulpa weist dagegen ein recht normales Bild mit tadellos intakter Odontoblastenschicht auf. Reizdentin ist nirgendwo gebildet worden. Die wurzelpulpa zeigt kalkige Herde der beginnenden kalkigen Degeneration.

Nr. 15 Der Zahn -6 der gesunden 17-jährigen Patientin trug 1 1/2 Jahre eine okklusale Amalgamfüllung mit Unterfüllung. Durch eine neue proximale Karies kam es zu einer Pulpitis partialis, weshalb der Zahn entfernt werden mußte.

In der Pulpa ist bei der histologischen Untersuchung direkt unter der profunden Karies in einem Pulpenhorn der starke Entzündungsherd zu finden mit einer Blutung und beginnendem Abszeß. In der ganzen Kronenpulpa trifft man auf hyperämische Gefäße, die in der näheren Umgebung des Entzündungszentrums am ausgeprägtesten sind. Die übrige Pulpa ist normal und erscheint gesund mit normalem Odontoblastensaum. Als Zeichen guter Abwehrmaßnahmen ist der Reiz- und Prädentinsaum unter der Karies zu werten.

Nr. 16 3- der 57-jährigen Patientin mit gutem Allgemeinzustand wurde im Zuge der Gebißsanierung mit anschließender prothetischer Versorgung extrahiert. Mehr als 10 Jahre lang trug der Zahn eine distale Amalgamfüllung. Subjektiv lagen keine Beschwerden vor. Eine Vitalität war kaum mehr festzustellen.

Histologisch finden wir nur noch eine fadenförmige Pulpa als Zeichen einer sehr starken retikulären Atrophie.

In der Kronenspitze hat unter der Füllung früher starke Reizdentinanlagerung stattgefunden.

Nr. 17 Hier handelt es sich um 5- eines gesunden 40-jährigen Patienten mit beginnenden parodontalen Veränderungen. Der Zahn war seit 8 Jahren mit einer okklusaldistalen Amalgamfüllung ohne Unterfüllung gefüllt und wurde auf Wunsch des Patienten wegen gelegentlich auftretender Schmerzen auf Kalt extrahiert.

Unter dem Mikroskop ist in der Pulpa eine Hyperämie mit seröser Durchtränkung zu erkennen; die Odontoblasten sind von vakuolärer Degeneration befallen, Reizdentin ist nur an einer kleinen Stelle am Zahnhals angelagert.

Auffallend ist ein umschriebenes entzündliches Infiltrat unter dem Pulpdach, das wohl nur als Zeichen einer chronischen Entzündung angesehen werden kann.

Nr. 18 Die Extraktion des 5 Jahre lang eine okklusalmesiale Amalgamfüllung mit Unterfüllung tragenden 5- des großen und hageren 33-jährigen Patienten erfolgte wegen Schmerzen auf Temperaturreize. Außerlich konnte nichts gefunden

werden, was diese Beschwerden verursachen konnte.

Die histologische Untersuchung zeigt eine Hyperämie mit seröser Durchtränkung in der Pulpa, die am Beginn der retikulären Atrophie steht. Die Odontoblastenschicht ist vakuolär degeneriert, unter dem Kronendach hatte geringer Keizdentinanbau stattgefunden. Inmitten der Pulpa fällt ein großer zystischer Hohlraum auf.

- Nr. 19 Ein starker mesialer Knochenschwund war bei dem 39-jährigen Patienten der Grund, weshalb der obere linke zweite Molar, je eine zweijährige okklusale und bukkale Amalgamfüllung aufweisend, extrahiert wurde. Der Zahn war nur schwach vital.

Histologie: starke retikuläre Atrophie der Pulpa, die Odontoblasten dermaßen stark vakuolär degeneriert, daß ihre Verbindungen zum Dentin beim Schneiden abgerissen sind. Annähernd das ganze Kronenlumen füllen ein großer und mehrere kleine Dentikel aus.

- Nr. 20 Zweiter oberer Molar bei einem 40-jährigen Patienten aus parodontotischen Gründen extrahiert. Der Zahn wies eine 8 Jahre alte mesiale Amalgamfüllung ohne Unterfüllung auf. Der Zahn war vital und hat folgenden histologischen Befund: geringe Hyperämie, auch hier Auflockerung des Odontoblastensaumes, geringer Dentinzuwachs gegenüber der Füllung, am Eingang zu den Wurzelkanälen beginnende retikuläre Atrophie und kalkige Degeneration in der Wurzel.

Nr. 21 Oberer Prämolare einer kräftigen 54-jährigen Patientin.

Die Entfernung des subjektiv keine Schmerzen bereitenden Zahnes mit einer 6 Jahre alten okklusaldistalen Amalgamfüllung plus Unterfüllung erfolgte aus parodontotischen Gründen. Die Vitalität war erhalten.

Das histologische Bild zeigt eine Hyperämie der Pulpa, bei einem intakten Odontoblastensaum, starkem Reizdentin-anbau in einem Pulpenhorn und in der Wurzel eine massive kalkige Degeneration; in der Zahnhalsgegend einige zwiebelschalenförmige Dentikel.

Nr. 22 Eine seit längerer Zeit bestehende Pulpitis führte die 40-jährige Patientin unserer Behandlung zu. Der untere Molar, eine 7 Jahre alte okklusaldistale Amalgamfüllung mit Unterfüllung aufweisend, war von einer Approximalkaries von mesial her befallen.

Der Zahnschnitt zeigt uns ein leeres Kronenlumen - die nekrotischen Massen sind offenbar beim Schneiden verlorengegangen - und in der Wurzel noch einige fadenförmige Pulpateile mit kalkiger Degeneration, von welchen die geäußerten Schmerzen kommen mußten.

Nr. 23 Die 14-jährige Patientin kam wegen pulpitischer Schmerzen am rechten unteren 6-Jahr-Molaren in unsere Praxis. Der Zahn, der seit 5 Jahren eine okklusale Amalgamfüllung trug, wies eine Approximalkaries auf.

Die Pulpa, die im großen und ganzen einen gesunden Eindruck macht und von einem intakten Odontoblastensaum begrenzt ist, ist unter der tiefen Karies in einem Pulpenhorn

stark entzündet. Es besteht eine Hyperämie mit stark erweiterten Venen, die in der ganzen Pulpa zu finden sind. Als Zeichen der noch gut erhaltenen Abwehrkraft der Pulpa ist die Bildung von Reizdentin unter den von der Karies ergriffenen Dentinkanälchen zu werten, wogegen ein Dentikel auf einen regressiven Prozeß hindeutet.

- Nr. 24 Der 40-jährige Patient verlor seinen -4, der 8 Jahre lang ohne Unterfüllung eine distalokklusale Amalgamfüllung hatte, wegen Lockerung infolge von Parodontose. Auf die Vitalitätsprüfung hatte der Zahn noch positiv reagiert. Der histologische Befund sieht folgendermaßen aus: Bei beginnender retikulärer Atrophie mit vakuolärer Degeneration der Odontoblasten und guter Reizdentinablagerung in dem der Füllung zugewandten Pulpenhorn besteht in der Pulpa eine starke Hyperämie mit seröser Durchtränkung und großen Vakuolen.

- Nr. 25 -8 mit 2 Jahre alter okklusaler Amalgamfüllung wurde dem 30-jährigen gesunden Patienten wegen Sekundärkaries mit pulpitischen Beschwerden extrahiert.

Das histologische Bild entspricht mit einer Pulpitis partialis unter der Karies, mit hyperämisch gestauten Gefäßen und einem Blutungsherd, genau dem klinischen Befund. Daneben findet sich das Bild der gesunden Pulpa mit ununterbrochener gesunder Odontoblastenreihe. Reizdentin ist nirgends angelagert.

Gerade bei diesem Zahn kann die Notwendigkeit der Serienschritte demonstriert werden: während einige Schnitte

eine völlig normale Pulpa zeigen, kann man auf anderen die Veränderungen infolge der Pulpitis partialis sehen.

- Nr. 26 Die Extraktion des +8 des 28-jährigen gesunden Patienten erfolgte wegen erneuter Karies, nachdem bereits 4 bzw. 2 Jahre lang eine okklusale bzw. eine mesiale Amalgamfüllung mit Unterfüllung gelegen hatte. Die Karies wurde bei der routinemäßigen halbjährigen Untersuchung entdeckt und hatte noch nicht zu Beschwerden geführt. Die Vitalitätsprobe war positiv.

Die Pulpa erscheint sowohl von der Karies als auch von der Füllungstherapie vollkommen unbeeinflusst, sie ist, soweit die Kronenpulpa betrachtet wird, als normal und gesund anzusehen, auch der Odontoblastensaum weist keinerlei Veränderungen auf. Eine geringe Reizdentinbildung ist unter dem Kronendach zu finden. In der Wurzelpulpa bemerkt man vakuolige Veränderungen an den Odontoblasten. Hier treten auch einige Kapillaren stärker hervor.

- Nr. 27 5+, 14-jährige Patientin. Der Zahn trug seit einem Jahr eine okklusaldistale Amalgamfüllung mit Unterfüllung. Er wurde wegen einer Pulpitis infolge einer mesialen Approximalkaries extrahiert.

Der histologische Befund: alle Anzeichen der akuten Entzündung unter dem Karieseinbruch. Der Entzündungsherd wird von stark hyperämischen Gefäßen umsäumt. Eine Reizdentinbildung ist nirgends zu finden. Die übrige Pulpa zeichnet sich durch eine normale unveränderte Odontoblastenreihe aus.

- Nr. 28 Hier handelt es sich um den ersten oberen Molaren rechts, der seit 10 Jahren eine okklusalmesiale Amalgamfüllung mit Unterfüllung trug. Der Zahn wurde einer 55-jährigen gesunden Patientin aus prothetischen Gründen extrahiert. Die klinische Untersuchung war ohne Befund, der Zahn war reizlos, seine Vitalität herabgesetzt.
- Bei der histologischen Untersuchung der Pulpa ist deren beginnende retikuläre Atrophie festzustellen, beginnend mit der vakuoligen Degeneration der Odontoblasten.
- Besonders auffallend ist ein geringer Prädentinsaum, der die Pulpa umgibt, während die Reizdentinoidbildung im distalen Pulpenhorn nicht verwundert. Die Pulpa enthält zwiebel-schalenförmige Dentikel, die fast das ganze Lumen einnehmen.
- Nr. 29 Patientin im Alter von 30 Jahren, deren 6+ seit 8 Jahren eine okklusale und eine distale Amalgamfüllung, beide mit Unterfüllung, beinhaltete. Die Patientin klagte über Schmerzen auf Temperaturreize. Klinisch wurde eine neue Karies von mesial festgestellt.
- Der histologische Befund: Die Pulpa steht am Anfang einer retikulären Atrophie, dabei sind die Odontoblasten nur stellenweise von vakuolärer Degeneration befallen. Reiz-dentinanlagerungen und Dentikel sind vorhanden. Die Wurzelpulpa fällt besonders durch Kalkeinlagerungen in den Gefäßen ins Auge. In der Kronenpulpa sind einzelne entzündliche Infiltrate nicht zu übersehen.

Nr. 30 Eine Periodontitis und prothetische Gründe führten bei dem 33-jährigen Patienten zur Extraktion des Prämolars. Dieser trug 10 Jahre lang 3 Amalgamfüllungen: eine okklusaldistale, eine okklusalmesiale und eine bukkale. Die Füllungen waren mit Phosphatzement unterlegt. Der Zahn war vital.

Die Zahnschnitte zeigen unter dem Mikroskop eine beginnende retikuläre Atrophie, besonders in der Wurzel, und nur stellenweise eine Auflockerung der Odontoblasten in der Kronenpulpa. Am Pulpendach findet sich Reizdentinanbau, ebenso unter der mesialen Füllung. Die Wurzelpulpa ist fibrotisch und zeigt beginnende Kalk-einlagerungen. Einzelne entzündliche Infiltrate weisen auf chronische Entzündung hin.

Nr. 31 -3 eines 60-jährigen Patienten mit labialer 9 Jahre alter Amalgamfüllung ohne Unterfüllung. Extraktion wegen starker Lockerung. Vitalitätsprobe negativ.

Das histologische Bild: starke retikuläre Atrophie, Odontoblasten stark vakuolär degeneriert, massiver Reizdentinanbau.

II. Zähne mit Silikat- und Steinzementfüllungen.

Nr. 1 Der zweite Schneidezahn rechts oben der 49-jährigen gesunden Patientin wurde aus prothetischen Gründen extrahiert. Der klinische Befund ergab einen leichten alveolären Knochenschwund. Mesial und distal lag 6 Jahre lang je eine Silikatfüllung mit Phosphatzementunterlage.

Die Vitalität des Zahnes war herabgesetzt, mit Chloräthyl war sie nicht festzustellen. Das histologische Bild zeigt eine starke retikuläre Atrophie der Pulpa; diese ist sehr sklerotisch. Die Odontoblasten sind in der Kronenpulpa vakuolär degeneriert, sodaß sie bei der Herstellung der Schnitte von der Dentinwand abgerissen wurden, in der Wurzel sind sie weniger aufgelockert. Unter beiden Füllungen hat so reichliche Reizdentinanlagerung stattgefunden, daß das ganze Kronenlumen ausgefüllt ist.

Nr. 2 Hier liegt ein oberer Schneidezahn eines 29-jährigen Patienten mit guter Konstitution vor. Der Zahn trug mesial 1 Jahr, distal 11 Jahre eine Silikatfüllung, beide mit Unterfüllungen aus Phosphatzement. Zur Extraktion war es wegen eines marginalen Abszesses gekommen. Im histologischen Bild fällt eine beginnende retikuläre Atrophie, das Vorhandensein einer Hyperämie - die Venen sind in der Weil'schen Zone stark erweitert - ins Auge. Die Odontoblasten sind nur vereinzelt vakuolig degeneriert. In der Kronenspitze liegt Reizdentinanbau vor. Einzelne Entzündungszellen sind über die ganze Pulpa verstreut, um ein Gefäß befindet sich ein kleiner Entzündungsherd. Das Periodontium ist stark entzündlich infiltriert.

Nr. 3 Oberer rechter zweiter Schneidezahn einer 44 Jahre alten gesunden Patientin. Die Extraktion des Zahnes, der seit 5 Jahren eine mesiale Silikatfüllung mit Unterfüllung trug, erfolgte aus prothetischen Gründen. Der Zahn war

subjektiv gesund und die klinische Untersuchung ohne Befund. Eine Vitalität konnte weder mit Faraday'schem Strom noch mit Chloräthyl festgestellt werden, sodaß der Verdacht auf eine Nekrose gegeben war, da der Zahn auch nicht wurzelgefüllt war.

Histologisch ist überraschenderweise eine noch relativ gut erhaltene Pulpa festzustellen, die von einer Hyperämie und, mit ihr verbunden, von einer serösen Durchtränkung befallen ist. Am koronalen Pulpenende liegt eine kleine Blutung vor. Die Odontoblasten sind zum großen Teil vakuolig degeneriert. Einzelne entzündliche Infiltrate sind über die Pulpa verteilt. Reizdentin wurde unter der Füllung und an der ihr gegenüberliegenden Pulpenwand angelagert. Die Wurzelpulpa ist mehr sklerotisch.

Nr. 4 2- eines 54-jährigen Patienten mit gutem Allgemeinzustand. Seit etwa 10 Jahren lag in dem Zahn distal eine Silikatfüllung mit Unterfüllung. Klinisch bestanden eine Sekundärkaries und starker Knochenschwund. Die Vitalitätsprobe verlief negativ.

Der Zahnschnitt enthält eine völlig nekrotische Pulpa; sie hatte einst in der Zahnkrone Reizdentin gebildet.

Nr. 5 Die 47-jährige Patientin litt an Parodontose. Der vorliegende untere Prämolare wurde wegen Lockerung und im Zuge einer prothetischen Versorgung extrahiert. Er trug von distal her eine geringe neue Karies und seit 4 Jahren eine okklusalmesiale Silikatfüllung mit Zementunterfüllung.

Die Vitalitätsprüfung ergab: nur noch geringe Lebenszeichen auf starke Stromstöße.

Bei der histologischen Untersuchung kann eine sklerotische Pulpa und eine starkere retikuläre Atrophie festgestellt werden. Die Odontoblasten sind weitgehend vakuolig degeneriert, ihre Kerne pyknotisch. An der mesialen und okklusalen Kronenwand hatte die Bildung von Reizdentin stattgefunden. Das Periodontalgewebe ist stark entzündlich infiltriert.

Nr. 6 Die Extraktion des 2+ der 30-jährigen Patientin erfolgte, weil der Zahn periodontitisch war. Er wies eine mesiale, 6 Jahre alte und eine distale, 5 Jahre alte Silikatfüllung auf. Die mesiale Füllung war mit Sicherheit mit einer Unterfüllung versehen. Eine Vitalität war nicht feststellbar. Unter dem Mikroskop ist dementsprechend auch eine Nekrose zu finden. Das Kronenlumen ist durch Reizdentinablagerungen stark verkleinert, die auf eine frühere starke Reaktionsfähigkeit hinweisen.

Nr. 7 Der eine 9 Jahre alte okklusalmesiale Silikatfüllung mit Unterfüllung tragende untere Prämolare wurde dem 46-jährigen Patienten aus parodontotischen Gründen extrahiert. Es bestanden keine subjektiven Beschwerden. Die klinische Untersuchung ergab eine geringe Lockerung des Zahnes und eine neue Karies am okkusalen Zahnhals. Der Zahn war vital. Der histologische Befund: beginnende retikuläre Atrophie, Hyperämie mit seröser Durchtränkung der Pulpa. Die Odontoblasten im Kronenteil sind der vakuolären Degeneration

zum Opfer gefallen, während sie im wurzelteil des Zahnes noch relativ gesund sind. Unter der frischen Karies am Zahnhals ist als Zeichen normaler Reaktionslage eine Reizdentinbildung zu sehen. Die Wurzelpulpa enthält spießförmige Kalkeinlagerungen.

- Nr. 8 Lockerung des Zahnes und starker Knochenabbau haben bei dem kräftigen 58-jährigen Patienten zur Extraktion des etwa 3 Jahre lang eine mesiale Silikatfüllung tragenden -2 geführt. Es lag eine Periodontitis vor. Der Zahn war stark abradert.

Das histologische Bild der Pulpa zeigt eine beginnende retikuläre Atrophie, starke Stauung der Gefäße und seröse Durchtränkung. Es entsteht der Eindruck einer Pulpitis totalis, von der Wurzel ausgehend, mit Verwaschenheit der Faserzeichnung. Die Odontoblasten sind alle vakuolär degeneriert, in der Mitte der Pulpa - etwa in Zahnhalshöhe - imponiert ein Hohlraum, der ein Abszeß sein könnte. In der Kronenspitze hat eine Reizdentinablagerung stattgefunden. Es fällt ein breiter Prädentinsaum auf.

- Nr. 9 +2 mit 3 Jahre alter Silikatfüllung distal mit Unterfüllung. Extrahiert wurde dieser Zahn einer 60-jährigen Patientin wegen einer Fistel. Es wurden keine Beschwerden geäußert. Der Zahn war devital und hatte außerdem eine Karies. Der Zahnschnitt enthält keine Pulpa mehr, offenbar sind die nekrotischen Massen beim Schneiden verlorengegangen. Es hatte früher eine Reizdentinbildung stattgefunden.

Nr. 10 Hier handelt es sich um -2 einer 70-jährigen Patientin.

Der Zahn ist mesial etwa 1 Jahr mit Silikat ohne Unterfüllung gefüllt gewesen und wurde wegen einer Periodontitis infolge einer Gangrän extrahiert; er weist eine geringe Karies von distal auf.

Eine totale Nekrose der Pulpa ist hier zu finden. Die ganze Kronenspitze ist mit Reizdentin ausgefüllt, sodass kein Lumen mehr vorhanden ist.

Nr. 11 Die Patientin von nicht allzu guter Konstitution litt an florider Karies. Diese veranlaßte sie, sich alle Zähne extrahieren zu lassen, obwohl sie erst 26 Jahre alt war.

Der vorliegende Zahn -1 war 4 Jahre mesial und distal mit je einer Silikatfüllung mit Phosphatzementunterfüllung gefüllt. Es lagen keine subjektiven Beschwerden vor. Der Zahn war vital und hatte distal eine Sekundärkaries, der Gingiva-Epithelansatz ist etwas unterhalb des physiologischen Zahnhalses aufzufinden.

Bei der histologischen Untersuchung kann eine beginnende retikuläre Atrophie festgestellt werden. Eingelagert in das Gewebe findet man Leukozyten, die auf eine chronische Entzündung hinweisen. Der Odontoblastensaum ist stellenweise vakuolär aufgelockert. Unter der Kronenspitze ist Reizdentin abgelagert.

Nr. 12 Die 55 Jahre alte gesunde Patientin ließ sich den Zahn 5+ mit einer distalen 10 Jahre alten Steinzementfüllung mit Unterfüllung aus prothetischen Gründen entfernen. Subjektiv bestanden keine Beschwerden. Die klinische

Untersuchung ließ einen vertikalen Knochenabbau erkennen, der eine geringe Beweglichkeit des Zahnes zur Folge hatte. Die Pulpa ist als Zeichen regressiver Vorgänge retikulär atrophiert, die Odontoblasten sind in allen Schnitten vakuolär degeneriert, ihre Kerne sind an die Zellwände gedrückt. In beiden Pulpenhörnern befindet sich Reizdentin, in der Wurzelpulpa herrscht kalkige Degeneration vor.

Nr. 13 Rationelle Prothesengestaltung war der Grund für die und Extraktion der Zähne 3-2 bei der gesunden, robusten

Nr. 14 51-jährigen Patientin. -2 war 2 Jahre mit einer mesialen Steinzementfüllung ohne Unterfüllung gefüllt. Er war etwas gelockert und bei der Extraktion als nicht mehr vital anzusehen.

Das histologische Bild zeigt Nekrose. Offenbar infolge der Abrasion hatte früher eine Reizdentinbildung stattgefunden.

3- war ebenfalls 2 Jahre mit einer distalen Zementfüllung versehen, ebenfalls ohne Unterfüllung, aber vital.

Hier zeigt das histologische Bild eine fast normale Pulpa mit einer geringen Hyperämie - die Venen sind etwas erweitert. Die Odontoblasten sind überall gesund. In der Kronenspitze hatte starke Reizdentinbildung stattgefunden. Ein Prädentinsaum umgibt die Pulpa. Am Übergang von der Wurzel zur Krone ist ein Nerv getroffen.

Nr. 15 Etwa 20 Jahre lang war die okklusale Steinzementfüllung mit Unterfüllung in dem unteren Molaren gelegen. Der Patient, ein 62-jähriger Mann, hager aber kräftig, ließ

sich den Zahn wegen rationeller prothetischer Versorgung extrahieren. Beschwerden lagen keine vor. Die klinische Untersuchung war bis auf eine kleine Zahnhalskaries o.B. Der Zahn war noch fest, obwohl wegen der vor längerer Zeit erfolgten Extraktion der Nachbarzähne der Alveolarknochen weitgehend geschwunden war. Die Vitalitätsprüfung war positiv, aber nur mit stärkeren Stromstößen deutlich.

Die Zahnschnitte zeigen eine normale Pulpa mit gesundem Odontoblastensaum. Unter dem Kronendach, der okklusalen Füllung gegenüber, ist Reizdentin angelagert, ebenso unter der Karies, die das Dentin erreicht hat. In die Kronenpulpa sind drei zwiebelschalenförmige Dentikel eingelagert.

- Nr. 16 Der 50-jährige Patient verlor seinen ersten linken unteren Prämolaren, der okklusalmesial 9 Jahre und distal 2 Jahre je eine Steinzementfüllung ohne Unterfüllung aufwies, im Zuge der rationellen prothetischen Versorgung. Der Zahn war noch vital und wies mesial und distal Karies auf.

Der histologische Befund: beginnende retikuläre Atrophie, die Gefäße durch Erweiterung gut sichtbar. Reizdentin ist unter den Füllungen und den Kariesherden abgelagert, daran anschließend erscheint eine breite Prädentinschicht. Die Odontoblasten sind unter den Reizdentinablagerungen sehr stark vakuolär degeneriert, in der übrigen

Kronenpulpa ist ihre reihenförmige Anordnung aufgelockert, während sie in der Wurzel noch recht gesund zu sein scheinen.

- Nr. 17 Lockerung des Zahnes -3 führte zur Extraktion. Der Patient war ein 50-jähriger Mann. Im Zahn lag eine mesiale Zementfüllung ohne Unterlage 2 Jahre lang; er war noch vital. Unter dem Mikroskop sieht man die Pulpa serös durchtränkt. In der Krone liegen einzelne Entzündungszellen, der Ausdruck einer chronischen Entzündung mit erweiterten Gefäßen. Hier sind die Odontoblasten vakuolär degeneriert, in der Wurzel dagegen noch relativ gesund. In der Kronenspitze wurde Reizdentin abgelagert, darunter liegt ein Prädentinsaum. In der Wurzelpulpa imponieren Kalkeinlagerungen.
- Nr. 18 Keine Pulpa findet sich im histologischen Schnitt des unteren Molaren, der etwa 11 Jahre lang okklusalmesial mit Steinzement gefüllt und mit Phosphatzement unterlegt war. Der Molar wurde einem 67-jährigen Patienten aus parodontotischen Gründen extrahiert.
- Nr. 19 Ebenfalls keine Pulpa enthalten die Zahnschnitte des 12 Jahre eine okklusalmesiale Zementfüllung tragenden unteren Molaren. Der Patient war ein 55-jähriger Mann, der sich den Zahn wegen periodontitischer Schmerzen extrahieren ließ. Der Zahn wies eine Approximalkaries nach distal auf.

Nr. 20 Oberer Molar eines 40-jährigen gesunden Patienten, 8 Jahre eine okklusale Steinezementfüllung mit Unterfüllung tragend. Die klinische Untersuchung ergab eine sekundäre Karies, die Schmerzen auf Temperaturwechsel nach kalt verursachte. Da gleichzeitig ein geringer Knochenschwund vorlag, wurde die Extraktion des Zahnes in Verbindung mit einer Prothesengestaltung vorgenommen.

Das histologische Bild zeigt in der Übersicht eine recht gesunde Pulpa; es fallen aber bei genauerer Betrachtung einige stark blutgefüllte Kapillaren in der weil'schen Zone auf, dazu kommt im mesialen Pulpenhorn ein kleiner Blutungsnerd. Der Odontoblastensaum erscheint überall gesund, den Raum über der Bifurkation ausgenommen, wo die Odontoblasten vakuolig degeneriert sind, und auch die Pulpa eine mehr netzförmige Struktur hat. Hier breitet sich auch ein Hohlraum aus, der aber keine Anzeichen von Entzündung erkennen läßt. Im distalen Pulpenhorn ist unter der Sekundärkaries Reizdentin abgelagert, ein Zeichen heftiger Reaktion.

Nr. 21 Aus prothetischen Gründen wurden die folgenden vier Zähne bei der 57-jährigen Patientin von gutem Allgemeinzustand extrahiert.

Der Zahn 1+ war 9 Jahre lang von distal her mit einer Silikatfüllung mit Unterfüllung versehen. Die klinische Untersuchung war ohne Befund, der Zahn vital.

Im histologischen Schnitt erkennt man in annähernd normaler Pulpa stark mit Erythrozyten gefüllte Gefäße, einen

größtenteils normalen Odontoblastensaum, der nur an wenigen Stellen etwas aufgelockert ist, eine starke Reizdentinbildung in der Krone, dazu eine gute Prärdentinbildung und in der Zahnhalsgegend einen Dentikel.

Nr. 22 3+ war mesial 4 Jahre und distal 1 Jahr mit Silikat und Unterfüllung gefüllt. Die klinische Untersuchung zeigte eine geringe Karies am Zahnhals auf, die Vitalität war erhalten.

Das histologische Bild zeigt eine starke Blutfülle in den Gefäßen, die Venen sind sehr erweitert und Kapillaren in der Weil'schen Zone sichtbar. Die Pulpa beginnt netzförmig zu atrophieren. Die Odontoblasten sind größtenteils vakuolär degeneriert. Im übrigen scheint die Kronenpulpa annähernd normal, in die Wurzel ist splitterartig kalk eingelagert. Das Kronenlumen ist durch massive Reizdentinablagerungen verkleinert. Ebenso ist Reizdentin unter den von der Karies betroffenen Dentinkanälchen angebaut, und daran anschließend folgt ein großer zystischer Hohlraum.

Nr. 23 +1 war distal 2 Jahre mit einer Palavitecke versehen, und dann war die gleiche Ecke 4 Jahre mit Silikat aufgebaut. Es hatte sich eine geringe Sekundärkaries gebildet. Die Pulpa ist im Kronenteil durch Reizdentin eingeengt, darunter ist sie durch eine fibröse Durchtränkung in Mitleidenschaft gezogen. Zur Wurzel hin folgen hyperämische, mit Erythrozyten gefüllte Gefäße in der serös durchtränkten Pulpa. Die Odontoblasten

sind im Wurzelteil weniger aufgelockert. Ein Dentikel ist in die Pulpa eingelagert.

- Nr. 24 2+ war mesial 9 Jahre und distal 6 Jahre mit Silikat und Unterfüllung repariert. Dieser Zahn verursachte der Patientin Beschwerden.

Auch hier fast das gleiche Bild wie in der Pulpa des unter Nr. 23 behandelten Zahnes. Unter der massiven Reizdentinbildung in der Kronenspitze ist eine fibröse Durchtränkung sichtbar. Im Wurzelteil sieht die Pulpa hier relativ normal aus, auch die Odontoblasten sind hier weniger vakuolär degeneriert als im Kronenteil.

- Nr. 25 Bei der 58-jährigen korpulenten, etwas kurzatmigen Patientin war der Zahn -2 5 Jahre lang distal mit Steinzement ohne Unterfüllung abgefüllt. Der Zahn, beschwerdelos und vital, wurde im Zuge einer prothetischen Versorgung extrahiert.

Hier scheint bei der groben Übersicht eine fast gesunde Pulpa vorzuliegen. Der Odontoblastensaum erscheint weitgehend ununterbrochen, die Reizdentinbildung in der Krone ist gering, ein schmaler Prädentinsaum hüllt die Pulpa ein. Bei stärkerer Vergrößerung sieht man jedoch, daß hart unter der Kronenspitze etwas Blut ausgetreten ist, die Gefäße etwas erweitert sind und einzelne Entzündungszellen über die Kronenpulpa verstreut sind, wohl als Ausdruck chronischer Entzündung.



Abb. 1 (Zahn Nr. I,9)

Maßstab 10:1

Mesiales Pulpenhorn; normale Pulpa;
vakuolige Degeneration der Odonto-
blasten



Abb. 2 (Zahn Nr. I,9)

Maßstab 25:1

Vergrößerung des distalen Pulpenhorns;

normale Pulpa



Abb. 3 (Zahn Nr. 1,9)

Maßstab 25:1

Ausschnitt aus einer Wurzel; kalkige
Degeneration



Abb. 4 (Zahn Nr. I, 12.)

Maßstab 10:1

Längsschnitt durch die Kronenpulpa des
Zahnes; normale Pulpa mit regressiven
Veränderungen im Bereiche der Odonto-
blasten



Abb. 5 (Zahn Nr. I,26)

Maßstab 10:1

Ausschnitt aus der Kronenpulpa; normale
Pulpa

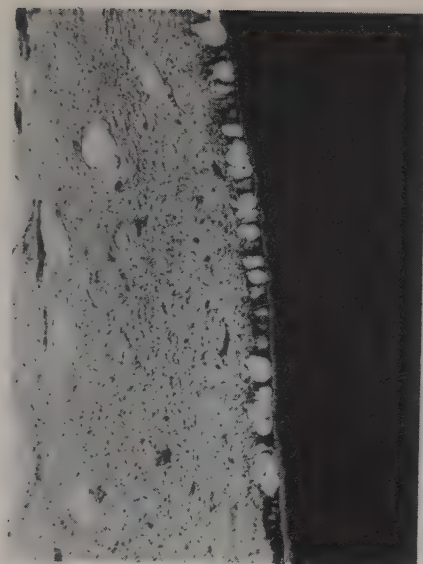


Abb. 6 (Zahn Nr. I, 26)

Maßstab 25:1

Pulpa im Wurzelteil des Zahnes

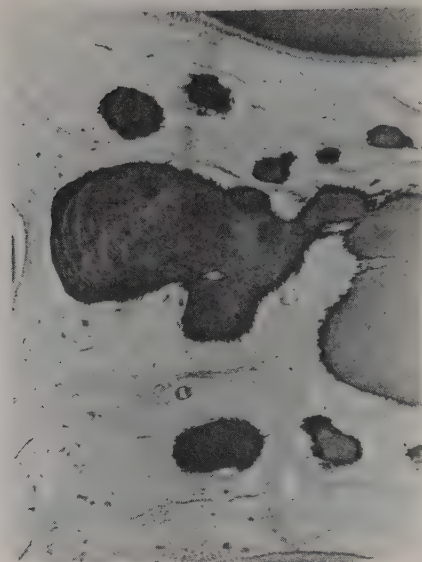


Abb. 7 (Zahn Nr. I,3)

Maßstab 10:1

Dentikel im Pulpenkavum über der Bifurka-
tion



Abb. 8 (Zahn Nr. I,3)

Maßstab 25:1

Dentikel im Pulpenkavum unter dem

Kronendach



Abb. 9 (Zahn Nr. I,15)

Maßstab 10:1

Pulpitis partialis unter einer profunden
Karies; Reizdentinbildung und Hyperämie

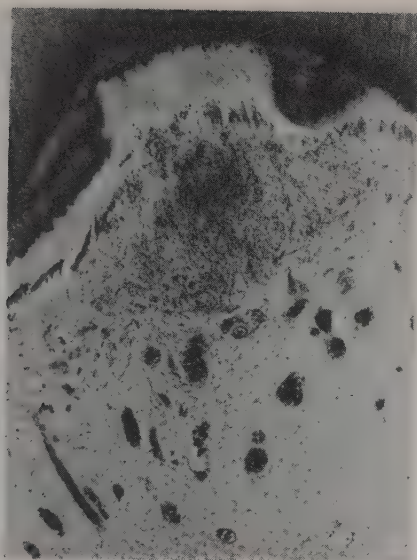


Abb.10 (Zahn Nr. I,15)

Maßstab 25:1

Vergrößerung von Abb. 9



Abb.11 (Zahn Nr. I,23)

Maßstab 10:1

Pulpitis partialis unter einer profunden
Karies; Reizdentinbildung



Abb.12 (Zahn Nr. I,30)

Maßstab 10:1

Pulpenhorn; gute Reizdentinbildung unter
den von der Füllung betroffenen Dentinka-
nälchen; einzelne Entzündungszellen

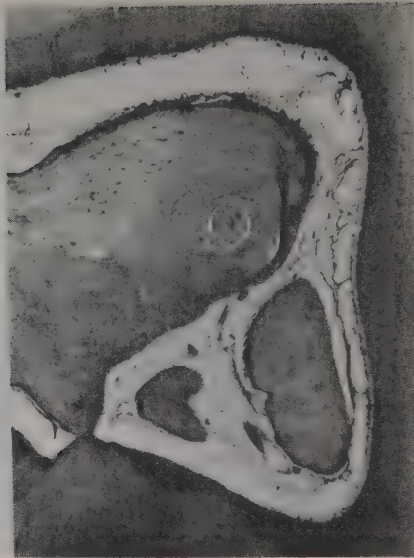


Abb.13 (Zahn Nr. I, 19)

Maßstab 25:1

Dentikel im Kronenlumen; starke retikuläre Atrophie

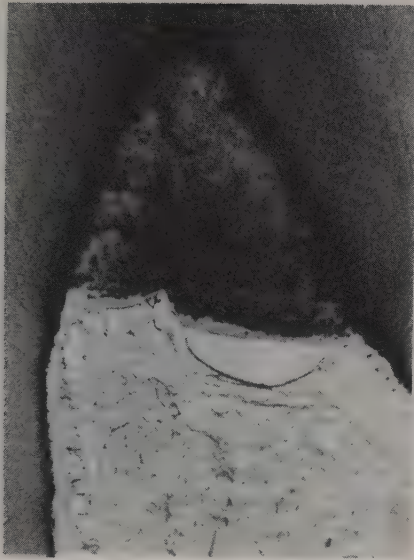


Abb.14 (Zahn Nr. I,28)

Maßstab 25:1

Reizdentinablagerung in einem Pulpen-
horn; beginnende retikuläre Atrophie

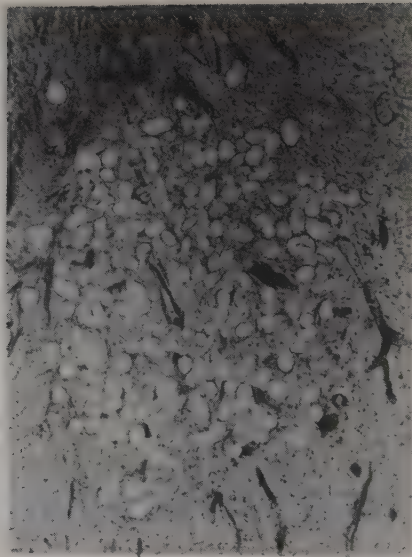


Abb.15 (Zahn Nr. 1,24)

Maßstab $\times 5:1$

Beginnende retikuläre Atrophie; Aus-
schnitt aus der Kronenpulpa



Abb.16 (Zahn Nr. II,7)

Maßstab 25:1

Ausschnitt aus einem Pulpenhorn des
Prämolaren; beginnende retikuläre Atro-
phie

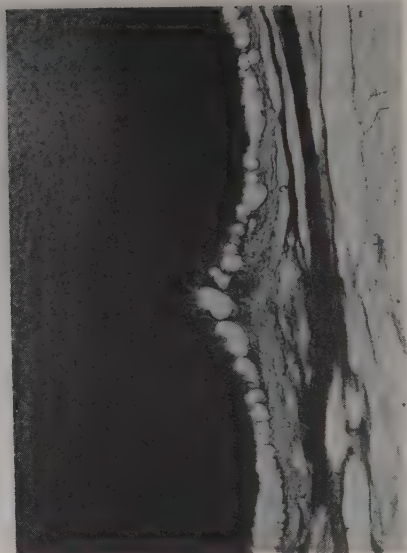


Abb.17 (Zahn Nr. II,7)

Maßstab 25:1

Reizdentin unter frischer Zahnhalskaries;
darunter die starke vakuoläre Degeneration der Odontoblasten



Abb.18 (Zahn Nr. II,15)

Maßstab 10:1

Reizdentin unter der Füllung in einem
Pulpenhorn; Dentikel im Kronenlumen

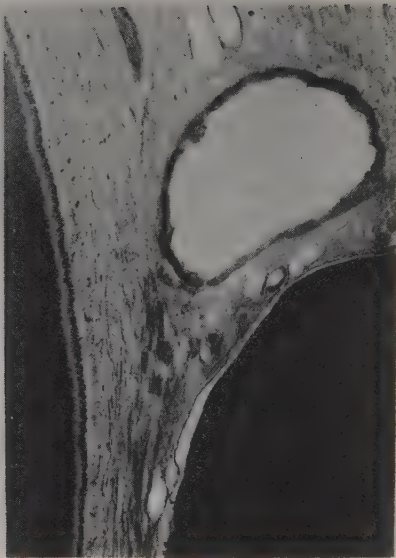


Abb.19 (Zahn Nr. II,20)

Maßstab 10:1

Hohlraum über der Bifurkation des Zahnes;
intakter Odontoblastensaum an der Wurzel-
wand



Abb.20 (Zahn Nr. II,20)

Maßstab 10:1

Hohlraum an der Pulpenwand; Ausschnitt
aus der Zahnhalsgegend



Abb.21 (Zahn Nr. II,21)

Maßstab 10:1

Ausschnitt aus dem unteren Teil des
Kronendrittels; Reizdentin und Prä-
dentinaum

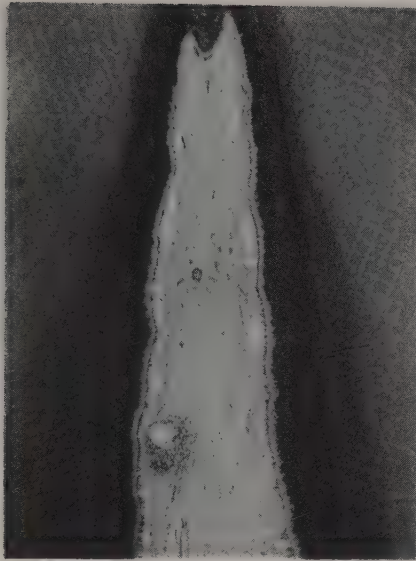


Abb.22 (Zahn Nr. II,2)

Maßstab 10:1

Kronenpulpa des Zahnes; Prädentinsaum,
Reizdentin und das entzündliche Infiltrat
um das Gefäß im unteren Bildorittel sind
gut erkennbar



Abb.23 (Zahn Nr. II,25)

Maßstab 10:1

Ausschnitt aus der Wurzelpulpa mit
Prädentin, intakter Odontoblastenreihe
und hyperämischen Gefäßen; einzelne Ent-
zündungszellen sind über die Pulpa ver-
streut



Abb.24 (Zahn Nr. II,25)

Maßstab 10:1

Ausschnitt aus der Wurzelpulpa; Hyperämie
und einzelne Entzündungszellen

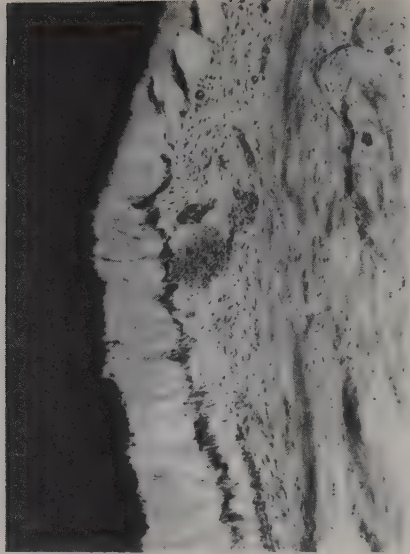


Abb.25 (Zahn Nr. II,25)

Maßstab 25:1

Ausschnitt aus der Wurzelpulpa; Darstellung des Prädentinsaumes

Diskussion.

Von 56 Zähnen wurde vorstehend das histologische Bild beschrieben. 45 Patienten lieferten je einen Zahn zur Untersuchung, von 2 Patienten stammen je 2 Zähne, ein Patient trug 3, ein weiterer 4 Zähne zur Untersuchung bei.

Ganz allgemein kann man feststellen, daß das histologische Bild den Zustand eines Zahnes nach der Extraktion zeigt. Gewisse Veränderungen, wie eine stärkere Blutfülle in den Kapillaren und Gefäßen oder eine seröse Durchtränkung, die in fast allen Präparaten zu sehen sind, kann man nach KLUCZKA auf die Injektions- und Extraktionstrauma zurückführen. Andere Veränderungen, mehr regressiver Art, wie sie neben anderen Autoren CSERNYEI (2), KETTERL (13) und RIEDEL (34) beschrieben haben, sind häufig durch äußere Einflüsse, wie Allgemeinerkrankungen, Gebißverfall, Parodontose, Abrasion verursacht. Sie sind auch an klinisch vollkommen intakten Zähnen zu finden.

Um die Veränderungen, die ein Füllungsmaterial an sich an der Pulpa hervorruft, studieren zu können, ist es notwendig, Versuchsreihen durchzuführen, wie sie z.B. LANGEHAND (21) ausführlich beschrieben hat. Weiterhin können regressive Veränderungen von Einwirkungen eines Füllungsmaterials durch den Vergleich eines klinisch intakten Zahnes mit einem korrespondierenden gefüllten Zahn unterschieden werden,

wenn beide unter vollkommen gleichen Bedingungen im Munde gestanden haben. Letztlich läßt sich über die Unschädlichkeit eines Materials eine feste Aussage machen, wenn man unter ihm eine vollkommen gesunde Pulpa findet. Wie weit regressive Veränderungen in den Pulpen möglicherweise Heilungszustände und Narben von vorausgegangenen Entzündungen, evtl. durch den Füllungsprozeß hervorgerufen, sind, ist auch nur durch Vergleich mit grober Wahrscheinlichkeit sicher zu stellen.

Da es unser Ziel war, etwas über den Zustand von Pulpen auszusagen, die sich unter Amalgam- und Silikat- bzw. Steinzementfüllungen befanden, die lege artis jedoch nicht unter ausgesprochenen Versuchsbedingungen appliziert waren- wie früher erwähnt -, fallen die oben aufgeführten Vergleichsmöglichkeiten weg. Die passenden Vergleichszähne konnten nicht gefunden werden, weil sie entweder schon fehlten oder nicht intakt waren und weil sich die Patienten andererseits gesunde Zähne nicht extrahieren lassen wollten.

Trotz der Vielfalt der histologischen Befunde und trotz der unterschiedlichen Gründe, aus welchen die Zähne extrahiert worden sind, läßt sich doch einiges darüber aussagen, ob und inwieweit das betreffende Füllungsmaterial Veränderungen an der Pulpa hinterlassen hat.

Zu den Zähnen mit Amalgamfüllungen ist folgendes festzustellen: Die Präparate der Zähne Nr. I,9 (Abb. Nr. 1 u. Nr. 2), Nr. I,12 (Abb. Nr. 4) und Nr. I,26 (Abb. Nr. 5 u. Nr. 6) zeigen ein normales Bild der Pulpa. Hier wie in 9 weiteren Schnitten, wurde die Kronenpulpa als ganz gesund befunden. Der Odontoblastensaum ist unversehrt, nur einige Odontoblasten weisen eine vakuoläre Degeneration auf, was jedoch als normal gelten darf. Die Hyperämie, die überall deutlich zu sehen ist, ist wohl als Extraktionsfolge zu bewerten. Abb. Nr. 3 zeigt auf einem Ausschnitt aus der Wurzel die beginnende kalkige Degeneration des Zahnes Nr. I,9, eine nicht entzündliche regressive Erscheinung ebenso, wie die Dentikel auf den Abbildungen Nr. 7 u. Nr. 8 des Zahnes Nr. I,3 als solche zu bewerten sind. Bei diesen Zähnen hat die Amalgamfüllung keine Veränderungen an den Pulpen hervorgerufen. Ebenso keine Pulpenveränderungen infolge der Füllungstherapie weisen die 6 weiteren Zähne auf, die der Zange wegen einer akuten pulpitis partialis infolge einer caries profunda zum Opfer gefallen sind. Wie die Präparate der Zähne Nr. I,15 (Abb. Nr. 9 u. Nr. 10), Nr. I,23 (Abb. Nr. 11) zeigen, findet sich neben dem akuten Entzündungsherd eine normale, gesund erscheinende Pulpa. Bei den allerdings noch sehr jugendlichen Patienten ist sogar der Odontoblastensaum noch vollständig und ohne Auflockerungen oder vakuoläre Degenerationen. Wie die Bilder beweisen, ist die Abwehrkraft der Pulpen trotz mehrjähriger Füllung der Zähne mit Amalgam noch so ungeschwächt, daß eine massive Reizdentinbildung

im Bereiche des kariösen Einbruchs stattfinden konnte. Diese 6 Zähne können also, abgesehen von der akuten Entzündung, in bezug auf die Auswirkungen einer Amalgamfüllung auf die Pulpa, als Beispiel für deren Unschädlichkeit gelten.

Bei 2 Zähnen Nr. I,17 u. Nr. I,30 (Abb. Nr. 12) können einzelne Entzündungszellen oder kleine Ansammlungen von solchen in der Pulpa gefunden werden. Der Patient, von dem der Zahn Nr. I,17 stammt, litt unter einer beginnenden Parodontose. Das entzündliche Infiltrat ist jedoch nur unter dem Kronendach eingelagert. Es läßt sich kein Zusammenhang mit der Parodontose herstellen. So ist das Infiltrat als Ausdruck einer chronischen Entzündung zu werten in der Art, wie sie KETTEL (15) beschrieben hat. Bei Zahn Nr. I,30, der wegen einer Periodontitis extrahiert worden ist und dessen Kronenpulpa noch als annähernd normal gelten darf (Abb. Nr. 12), ist dagegen angesichts der Einlagerungen der Entzündungszellen mehr in der wurzel-gegena eher ein ursächlicher Zusammenhang zwischen dem Geschehen im Zahnhalteapparat und dem in der Pulpa anzunehmen. Ein Erscheinungsbild, das man recht häufig sehen kann, läßt sich an Abb. 12 gut demonstrieren: Die Odontoblasten sind gerade unter Reizdentinauflagerungen in besonderem Maße vakuolär degeneriert, so als ob sie sich durch die Bildung des irregulären Dentins verausgast hätten, während der Odontoblastensaum an Stellen recht gut erhalten ist, wo kein Reizdentin gebildet wurde.

Bei 8 Zähnen weisen die Pulpen regressive Veränderungen in Form einer starken bis sehr starken retikulären Atrophie auf, die so ausgeprägt sein kann, daß im histologischen Bild nur noch ein feiner Strang zu sehen ist. Weitere Veränderungen regressiver Art sind Dentikel und Kalkeinlagerungen in die Gefäße vorwiegend der Wurzelpulpen (Abbildungen Nr. 3, Nr. 13, Nr. 14, Nr. 15). Bei all diesen Zähnen kann für die regressiven Veränderungen der Pulpen der Grund vielleicht in den anamnestisch und klinisch festgestellten Überbelastungen und Parodontopathien gefunden werden. Was den Einfluß der Füllungen auf die Pulpa anbelangt, so hätte die Mehrzahl dieser Zähne noch einige Jahre ihre Funktion erfüllen können, da vor allen Dingen keine entzündlichen Erscheinungen in den Pulpen vorhanden sind.

Bei 3 Zähnen waren die Pulpen nekrotisch. Die Ursache war in einem Falle ein Fundusabszeß im Gefolge einer schweren Parodontose (Zahn Nr. I, 11), in den beiden anderen Fällen eine profunde Karies (Zahn Nr. I, 10 u. Nr. I, 22).

Zusammenstellung: Von den 31 Amalgamfüllungen tragenden Zähnen wurden bei der histologischen Auswertung

12 Zähne als gesund befunden (die Zähne Nr. I, 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8,
9, 12, 20, 21, 26),

6 Zähne wiesen eine akute Entzündung auf (die Zähne Nr. I, 14, 15,
23, 25, 27, 29),

2 Zähne zeigten eine chronische Entzündung (die Zähne Nr. I, 17,
30).

8 Zähne waren vorwiegend vom Bild der retikulären Atrophie bestimmt (die Zähne Nr. I, 2, 13, 16, 18, 19, 24, 28, 31).

3 Zähne waren nekrotisch (die Zähne Nr. I, 10, 11, 22).

Zu den Zähnen mit Silikat- bzw. Silikophosphatzementfüllungen ist festzustellen:

Von den Präparaten der mit Silikat- bzw. Steinzementfüllungen versehenen Zähne können 7 als gesund bezeichnet werden. Trotz 9-jähriger Füllung mit Silikatzement zeigt das histologische Bild des Zahnes Nr. II, 7 eine recht normale Pulpa, wenn auch die Odontoblasten in der Kronenspitze durch die vakuoläre Degeneration stärker aufgelockert sind und eine beginnende retikuläre Atrophie vorliegt (Abb. Nr. 16). Wie stark dennoch die Abwehrkraft der Pulpa ist, zeigt der Reizdentinanbau unter den von neuer Karies betroffenen Dentinkanälchen (Abb. Nr. 17). Auch hier ist deutlich zu erkennen, wie unter Reizdentin die Odontoblasten der vakuolären Degeneration anheimfallen. Wie gesund Pulpen unter alten Stein- und Silikatzementfüllungen sein können, wenn sie mit Unterfüllungen versehen sind, zeigen die Schnitte der Zähne Nr. II, 15 (Abb. Nr. 18), Nr. II, 20 (Abb. Nr. 19 u. Nr. 20) und Nr. II, 21 (Abb. Nr. 21). Hier sind die Odontoblastensäume, die in gewisser Weise ein Kriterium für die Gesundheit einer Pulpa darstellen, nur wenig oder garnicht aufgelockert.

Bei der histologischen Untersuchung 5 weiterer Zähne, die klinisch beschwerdelos waren, sind in der gesund erscheinenden

Pulpa einzelne entzündliche Infiltrate zu finden. Bei Zahn Nr. 11, 2 (Abb. Nr. 22) kann die Ursache dafür bei dem parodontalen Geschehen - ein marginaler Abszeß war der Extraktionsgrund - gefunden werden. Bei Zahn Nr. 11,25 (Abb. Nr. 23,24,25) und 3 anderen Zähnen ist eine chronische Entzündung, wie man sie unter Füllungen häufig finden kann (KETTERL (13)), anzunehmen.

Weniger günstig ist das histologische Bild von 2 Zähnen zu beurteilen, bei welchen in den Kronenpulpen bereits fibröse Durchtränkungen stattgefunden haben. Hier spielt sich ein regressiv-degeneratives Geschehen ab, das eine spätere Nekrose der Pulpa befürchten lassen muß und das man auf einen schädigenden Einfluß des Füllungsprozesses zurückführen kann.

Die Pulpen von 3 Zähnen zeigen bei der Beurteilung des Schnittpräparates besonders regressive Vorgänge. Starke retikuläre Atrophie der ganzen Pulpa mit weitgehender vakuolärer Degeneration der Odontoblasten und Kalkeinlagerungen in den Wurzeln bestimmen hier das Bild. Die Patienten, von denen diese Zähne stammen, waren alle etwa 50 Jahre alt und die Zähne waren überbelastet oder ihr Halteapparat war durch Parodontose in Mitleidenschaft gezogen.

Nicht mit Sicherheit kann man behaupten, daß bei 8 Zähnen die Nekrose der Pulpen durch den schädigenden Einfluß der Silikat- bzw. Steinzementfüllungen verursacht ist. Nur ein

Patient war mit 30 Jahren unter der 50-Jahrgrenze. Neben dem Alter der Patienten ist hier die Abrasion, die Überbelastung und die Parodontose bei der Suche nach dem Grund für den Pulpentod in Rechnung zu stellen. Eine Tatsache, die die letztgenannten Gründe stärker hervorhebt, ist die, daß die Zähne in der Mehrzahl bereits länger als 3 Jahre gefüllt waren, ehe sie wegen der Nekrose extrahiert werden mußten.

Ganz allgemein fällt bei der Durchsicht der Schnitte der mit Silikat- bzw. Steinzement gefüllten Zähne auf, daß in fast allen, auch in den jetzt nekrotischen Zähnen, starke Reizdentinablagerungen stattgefunden haben. Das läßt den Schluß zu, daß einerseits alle diese Pulpen ein gutes Reaktionsvermögen besessen hatten und daß andererseits diese Reaktionen durch das Füllungsmaterial besonders veranlaßt wurden.

Weiterhin fällt bei einigen Präparaten der mit Zement gefüllten Zähne ein Prädentinsaum auf (Abb. Nr. 16,22,23,25), wie er unter Amalgamfüllungen nicht beobachtet werden konnte.

Zusammenstellung: Von den 25 Silikat- bzw. Steinzementfüllungen tragenden Zähnen wurden bei der histologischen Auswertung

7 Zähne als gesund befunden (die Zähne Nr. II,7,14,15,16,20, 21,22).

5 Zähne zeigten die entzündlichen Infiltrate der chronischen Pulpitis (die Zähne Nr. II,2,3,11,17,25).

2 Zähne waren fibrös durchtrankt

(die Zähne Nr. II, 23, 24).

3 Zähne waren vom Bild der retikulären Atrophie beherrscht

(die Zähne Nr. II, 1, 5, 12).

8 Zähne waren nekrotisch

(die Zähne Nr. II, 4, 6, 8, 9, 10, 13, 18, 19).

Mathematisch - statistische Methodik.

Es war die Frage zu prüfen, ob bei der Untersuchung Zähne mit Silikatfüllungen in wesentlich größerer Häufigkeit als nekrotisch befunden wurden als Zähne mit Amalgamfüllungen. Wie oben erwähnt, lieferte im allgemeinen jeder Patient je einen Zahn. Bei den vier Patienten, die 2, 3 bzw. 4 Zähne zur Untersuchung beitrugen, wurde durch das Los entschieden, welcher Zahn bei der Auswertung berücksichtigt wurde. Statt 56 Zähnen kamen nach dieser Prozedur 49 d.h. je Patient ein Zahn zur Auswertung.

Die Zähne wurden je nach der Art der Füllung in zwei Gruppen eingeteilt. Eine Gruppe = mit Amalgam gefüllte Zähne

Eine Gruppe = mit Silikat gefüllte Zähne

Im Sinne einer Vorprüfung wurde getestet, ob sich die beiden Gruppen hinsichtlich des Alters, des Geschlechts der Patienten und des Füllungsalters wesentlich unterscheiden. Weiterhin wurde im Sinne einer Vorprüfung untersucht, ob zwischen den Klassen nach Alter der Patienten, Geschlecht und Füllungsalter Häufigkeitsunterschiede hinsichtlich nekrotischer Zähne statistisch zu sichern waren.

In der Hauptprüfung wurde verglichen, ob sich die Amalgamgruppe von der Silikatgruppe bezüglich der Häufigkeit nekrotischer Zähne statistisch gesichert unterschied.

Mit Hilfe statistischer Tests zur Prüfung von Häufigkeitsunterschieden kann entschieden werden, ob gefundene Häufigkeitsunterschiede größer sind, als man dies rein zufällig erwarten darf.

Die Prüfung auf das Vorliegen von Häufigkeitsunterschieden wurde

mit den Tafeln für die Vierfelder-Tests vorgenommen (Documenta Geigy S. 109). Diesen Tafeln liegt die hypergeometrische Verteilung zugrunde; als Irrtumswahrscheinlichkeit wurde 1% ($P \leq 1\%$) gewählt. Wenn die Irrtumswahrscheinlichkeit zwischen 1% und 5% lag, wurde ein Ergebnis als "statistisch auffällig" ($1\% \leq P \leq 5\%$) bezeichnet.

Der Idealfall für den statistischen Vergleich von Silikat- und Amalgamfüllungen wäre der gewesen, daß man je zwei korrespondierende Zähne desselben Patienten hätte finden und extrahieren können, so z.B. einen oberen Sechsjahr-Molaren rechts, zentral 5 Jahre lang mit Amalgam und Unterfüllung gefüllt, und dazu einen oberen Sechsjahr-Molaren links, ebenfalls zentral 5 Jahre lang mit Silikat und Unterfüllung gefüllt.

Solche Idealfälle kann es aber nur bei darauf angelegten Versuchsreihen geben. In der Praxis können sie nicht auftreten, da der Anwendungsbereich für beide Füllungsmaterialien auf verschiedene Zahngruppen (Amalgam für die Molaren und Prämolaren, Silikat für die Frontzähne) beschränkt ist.

Resultate

1. Vorprüfung

Tab. Nr. 1

Verteilung der Fälle auf Gruppen nach Material und Patientenalter

Patienten- Alter	Sili- kat	Amal- gam	Summe
bis 39 J.	3	13	16
40 J. u.m.	19	14	33
Summe	22	27	49

statistisch auffällig

Tab. Nr. 2

Verteilung der Fälle auf Gruppen nach Material und Geschlecht der Patienten

Geschlecht	Sili- kat	Amal- gam	Summe
männlich	10	12	22
weiblich	12	15	27
Summe	22	27	49

statistisch nicht gesichert

Tab. Nr. 3

Verteilung der Fälle auf Gruppen nach Material und Füllungsalter

Füllungs- Alter	Amal- gam	Sili- kat	Summe
bis 4 J.	8	11	19
5 J. u.m.	19	11	30
Summe	27	22	49

statistisch nicht gesichert

In der ersten Vorprüfung (Tab. Nr. 1-3), die Verteilung der Fälle auf Gruppen nach Material und Patientenalter, bzw. Geschlecht der Patienten, bzw. das Füllungsalter betreffend, ist das Ergebnis mit Ausnahme von Tab. Nr. 1, deren Ergebnis eine statistische Auffälligkeit zeigte, statistisch nicht gesichert.

2. Vorprüfung

Tab. Nr. 4

Verteilung der Fälle aus der Gruppe Amalgamfüllungen tragende Zähne auf Klassen nach Nekrose und Patientenalter

Patienten- Alter	Ne- krose	Vi- ⁺ tal	Summe
bis 39 J.	1	12	13
40 J. u.m.	2	12	14
Summe	3	24	27

statistisch nicht gesichert

Tab. Nr. 5

Verteilung der Fälle aus der Gruppe Amalgamfüllungen tragende Zähne auf Klassen nach Nekrose und Geschlecht der Patienten

Geschlecht	Ne- krose	Vi- ⁺ tal	Summe
männlich	1	11	12
weiblich	2	13	15
Summe	3	24	27

statistisch nicht gesichert

Tab. Nr. 6

Verteilung der Fälle aus der Gruppe Amalgamfüllungen tragende Zähne auf Klassen nach Nekrose und Füllungsalter

Füllungs- Alter	Ne- krose	Vi- ⁺ tal	Summe
bis 4 J.	0	8	8
5 J. u.m.	3	16	19
Summe	3	24	27

statistisch nicht gesichert

Tab. Nr. 7

Verteilung der Fälle aus der Gruppe Silikatfüllungen tragende Zähne auf Klassen nach Nekrose und Patientenalter

Patienten- Alter	Ne- krose	Vi- ⁺ tal	Summe
bis 39 J.	1	2	3
40 J. u.m.	7	12	19
Summe	8	14	22

statistisch nicht gesichert

Tab. Nr. 8

Verteilung der Fälle aus der Gruppe Silikatfüllungen tragende Zähne auf Klassen nach Nekrose und Geschlecht der Patienten

Geschlecht	Ne- krose	Vi- ⁺ tal	Summe
männlich	4	6	10
weiblich	4	8	12
Summe	8	14	22

statistisch nicht gesichert

Tab. Nr. 9

Verteilung der Fälle aus der Gruppe Silikatfüllungen tragende Zähne auf Klassen nach Nekrose und Füllungsalter

Füllungs- Alter	Ne- krose	Vi- ⁺⁾ tal	Summe
bis 4 J.	4	7	11
5 J. u.m.	4	7	11
Summe	8	14	22

statistisch nicht gesichert

Ebenso sind die Ergebnisse der zweiten Vorprüfung (Tab. Nr. 4-9) in allen Fällen statistisch nicht gesichert.

Hauptprüfung

Tab. Nr. 10

Verteilung der Fälle auf die beiden Gruppen, Amalgam- und Silikatfüllungen tragende Zähne, und Nekrose

	Amal- gam	Sili- kat	Summe
Nekrose	3	8	11
Vital ⁺⁾	24	14	38
Summe	27	22	49

statistisch nicht gesichert

Bei der Hauptprüfung (Tab. Nr. 10) ergab sich ebenfalls kein signifikanter Unterschied.

⁺⁾ Unter "Vital" sind alle Zähne zusammengefaßt, die im histologischen Bild als vollkommen gesund anzusprechen waren und dazu auch solche, die weitgehende regressive Veränderungen - retikuläre Atrophie - aufwiesen, aber noch als lebensfähig gelten durften.

Obwohl sich bei den einzelnen Prüfungen keine statistisch gesicherten Unterschiede hinsichtlich des häufigeren Auftretens nekrotischer Zänne bei den Silikat- bzw. Silikophosphatfüllungen ergaben, kann man doch in Übereinstimmung mit der Mehrzahl der Autoren, die sich mit dem "Silikatproblem" beschäftigt haben, annehmen, daß unter Silikatfüllungen Pulpenekrosen öfter auftreten, als unter Amalgamfüllungen. Es ist zu vermuten, daß sich bei Untersuchung einer größeren Fallzahl ein statistisch signifikanter Unterschied ergibt.

Klinische Untersuchungen,

Neben den histologischen Untersuchungen wurden noch 530 Amalgam-, 219 Silikat- und 64 Steinzementfüllungen klinisch auf ihren Zustand geprüft. 67 Patienten, die gefüllte Zähne aufwiesen, lieferten das klinische Untersuchungsmaterial. Sie stammten aus der Klinik und aus einer Praxis in einem kleinen Landstädtchen in Niederbayern. Die Patienten wurden wahllos herausgegriffen, ohne Unterschied des Alters, Geschlechts, Allgemeinzustandes, Mundbefundes, der Anzahl der Füllungen oder des Fabrikats der Füllungsmaterialien. Ein an sich sehr wichtiges Detail, nämlich das genaue Alter der einzelnen Füllungen, mußte leider wegen der unzuverlässigen Angaben der Patienten außer Acht gelassen werden. Ebenfalls nicht berücksichtigt wurde der Grund, weshalb die Patienten zur Behandlung erschienen sind, ob sie zur viertel- oder halbjährigen Routine-Untersuchung gekommen waren, ob sie Beschwerden an einem gefüllten Zahn infolge Rezidiv- oder Sekundärkaries oder an einem bisher ungefüllten Zahn hatten und sie deshalb den Zahnarzt aufsuchten. Im einzelnen wurde der ganze Gebißbefund jedes Patienten mit seinem Alter in eine Art Kartei eingetragen. Lage und Ausdehnung, bzw. Art der Füllung, sowie das Vorhandensein einer Sekundärkaries wurden in ein Zahnschema eingetragen und, wo es notwendig war, noch einmal einzeln erläutert.

Sowohl die Amalgam- als auch die Silikatfüllungen lagen in vitalen und auch in wurzelbehandelten Zähnen. Die Vitalität der Pulpen wurde nicht geprüft, da sie in diesem Fall für den äußeren Zustand der Füllungen nicht bedeutend zu sein schien. Sämtliche Füllungen wurden mit dem Auge, mit Spiegel und spitzer Sonde untersucht.

Als intakt wurden Amalgamfüllungen bezeichnet, die entweder ohne jeden Fehler waren, oder solche, die die natürliche Verfärbung durch die normale Oxydschicht und auch einen nicht ganz ungehinderten Verlauf der vom Schmelz zur Füllung gleitenden Sonde aufwiesen. Es wurden also auch Amalgamfüllungen als intakt angesehen, die mit einer Stufe, sei es eine Stufe von Amalgam zum Schmelz oder umgekehrt, behaftet waren.

Als Randspalt wurde jeweils der Fall bezeichnet, bei welchem ein deutlich sichtbarer Spalt, bzw. ein Spalt anzutreffen war, in welchen eine tastende spitze Sonde eingeführt werden konnte und darin hängen blieb. Dem Ausmaß und der Tiefe des Randspaltes wurde keine gesonderte Beachtung geschenkt.

Unter Sekundärkaries ist eine Karies zu verstehen, die sich infolge mangelhafter Präparation oder Fülltechnik - hier sei darauf hingewiesen, daß sich gelegentlich Teile der Unterfüllung unbemerkt zwischen Deckfüllung und Kavitätenrand befinden und dann ausgewaschen einen Retentionsraum für

kariesfördernde Substanzen zurücklassen - vom Füllungsrande her neu bildet. Ein schlechter Füllungsrandschluß oder gar ein Randspalt leisten der Sekundärkaries Vorschub.

Von Rezidivkaries ist dagegen bei einer nach außen zum Füllungsrand hin durchbrechenden Karies zu sprechen, wenn bei der Präparation der die Füllung aufnehmenden Kavität nicht alles von der initialen Karies befallene Dentin entfernt worden ist, und wenn von diesem aus die Karies wieder aufflackert. In vielen Fällen bricht diese Karies auch nicht nach außen durch, sondern sie führt bei äußerlich intakter Füllung zu akuten Entzündungen der Pulpa mit deutlich pulpitischen Beschwerden.

Eine ungenügende Präparation lag dann vor, wenn der Behandler bei der Kavitätenherstellung nicht dem Grundsatz der Extension for Prevention gefolgt war, wenn also Fissuren nur zum Teil aufgezogen waren, wenn approximal die Füllungs-ränder nicht in der physiologisch sauberen Zone lagen, wenn Approximalfüllungen auf der Okklusalfläche nicht genügend verankert waren, sodaß ein Bruch der Füllung zu befürchten oder gar eingetreten war, oder wenn eine Kavität nicht tief genug präpariert war, sodaß die Füllung nicht genügend Halt hatte und herausfiel. Eine nicht ausreichende Verankerung einer Approximalfüllung auf der Okklusalfläche des Zahnes führt häufig zur zunächst unbemerkten Lockerung der Füllung, die eine Sekundärkaries, nicht selten eine Pulpitis und schließlich gar den Verlust des Zahnes zur

Folge hat. Eine Verfärbung der Amalgamfüllung lag dann vor, wenn sie nicht mehr die graue natürliche Oxydschicht aufwies, sondern schon mehr eine schwarze Farbe und deutliche Zeichen der Korrosion erkennbar waren.

Als intakt konnten solche Silikatfüllungen bezeichnet werden, die bezüglich ihrer Übereinstimmung mit der Zahnfarbe und der Kontur des Zahnes keine Fehler aufzuweisen hatten. Einschränkend ist zu bemerken, daß auch diese Füllungen dem Idealbild einer Silikatfüllung hinsichtlich völliger Unkenntlichkeit nicht entsprachen. Eine ideale Silikatfüllung ist aber nur durch den Aufwand von sehr viel Zeit, höchster Umsicht und durch die Verwendung ausgezeichneter Materialien zu erreichen. Weiterhin wird eine ideale Silikatfüllung nur kurze Zeit nach ihrer Herstellung so ideal bleiben, denn im Munde ist sie mit der Zeit korrosiven Einflüssen ausgesetzt, die das Material aus seiner Natur heraus nicht reaktionslos ertragen kann.

In die Kategorie "ausgewaschen und verfärbt" wurden solche Silikatfüllungen eingereimt, die Vertiefungen gegenüber der Kontur des Zahnes erkennen ließen, die, soweit es sich um Kontaktfüllungen handelte, einen solchen zur Nachbarfüllung oder zum Nachbarzahn nicht mehr aufzuweisen vermochten, oder solche Füllungen, die eine deutliche zumeist bräunliche Verfärbung der Ränder oder des ganzen Füllungskörpers aufwiesen.

In der Regel waren die Silikatfüllungen in Frontzähnen zu finden. Daneben waren auch einige Prämolaren und Molaren

mit Silikat gefüllt, besonders in den Fällen, wo sich Gold-einlagefüllungen, Kronen und Brücken in der direkten Nachbarschaft oder auf der Antagonistenseite befanden, oder diese Zähne waren nur mehr provisorisch mit dem Zement versorgt, um später andere Füllungen aufzunehmen.

Desgleichen waren 64 Steinzement- =Silikophosphatzement-füllungen zu verzeichnen, von welchen 36 ausgewaschen waren.

Zusammenstellung:

Bei den 530 Amalgamfüllungen wurden folgende Merkmale gefunden (Das Komplement zu 530 ist jeweils die Zahl der merkmalsfreien Fälle.)

1.) intakt = einwandfrei	377
2.) mit Sekundärkaries	52
3.) mit Randspalt u. überhängender Füllung	101
4.) ungenügend präpariert	206
5.) verfärbt	121
6.) einflächig	260
7.) mehrflächig	270
8.) bei 36 männlichen Patienten	293
9.) bei 30 weiblichen Patienten	237

(Verfärbte Amalgamfüllungen sind fast regelmäßig neben Sekundärkaries und Randspalten zu beobachten. Sie sind deshalb in Tabelle Nr. 11 nicht gesondert aufgeführt. Ebenso fehlt in Tabelle Nr. 11 eine Spalte mit "ungenügend präpariert", da dieser Befund nicht in direktem Zusammenhang mit dem Füllmaterial steht.)

Die Angaben für 219 Silikatfüllungen lauten:

1.) intakt	98
2.) ausgewaschen u. verfärbt	96
3.) mit Sekundärkaries	25
4.) bei 23 männlichen Patienten	78
5.) bei 26 weiblichen Patienten	141

(In Tabelle Nr. 12 ist die Aufteilung "einfächig - mehrfächig" weggelassen, weil alle untersuchten Silikatfüllungen wenigstens zweifächig waren).

Obwohl die Ergebnisse der Untersuchung statistisch gesicherte Unterschiede aufweisen (es sind z.B. von den untersuchten Silikatfüllungen 45 % (44,7 %) intakt, von den untersuchten Amalgamfüllungen aber 71 %), ist trotzdem ein Vergleich nicht zulässig, da verschiedene Zähne bei den einzelnen Füllungs-materialien gehäuft vorkommen (Frontzähne sind vorwiegend mit Silikat, Molaren und Praemolaren vorwiegend mit Amalgam gefüllt).

Gegen statistische Tests hinsichtlich der Häufigkeit kariöser Zähne bei den einzelnen Füllungsarten könnte man einwenden, daß die Füllungen bei ein und demselben Patienten bezüglich der Sekundärkaries nicht als unabhängige Elemente betrachtet

werden dürfen.

Die unterschiedliche Sorgfalt der einzelnen Zahnärzte

- die untersuchten Füllungen sind ja von mehreren Personen appliziert worden - würde dagegen eine statistische Auswertung der Ergebnisse weniger stören, da sich diese Fehler in beiden Gruppen etwa gleich verteilen dürften.

Die bisherige Übersicht hat über das Vorliegen von nur je einem Merkmal Auskunft gegeben. Die Tabellen Nr. 11 und Nr. 12 vermitteln dagegen Informationen über die Verteilung der Zähne auf Merkmalskombinationen.

Tab. Nr. 11

Verteilung der Amalgamfüllungen

auf die Gruppen A (männlich) und B (weiblich) und weiter

auf Klassen nach Füllungszustand und Patientenalter.

Gruppe A (männlich)														
Klassen	Intakt			Rezidiv-u.Se- kundärkaries			Randspalt			Summe				
Pati- ten- alter	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
	ein- flch.	mehr- flch.	Summe	ein- flch.	mehr- flch.	Summe	ein- flch.	mehr- flch.	Summe	ein- flch.	mehr- flch.	Summe	Zahl a Pat.	
bis 39 J.	75	75	150	7	17	24	8	12	20	90	104	194	24	
40 J.u.m.	45	36	81	2	8	10	2	6	8	49	50	99	12	
Summe	120	111	231	9	25	34	10	18	28	139	154	293	36	
Gruppe B (weiblich)														
Klassen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
bis 39 J.	72	51	123	6	5	11	15	18	33	93	74	167	19	
40 J.u.m.	13	10	23	3	4	7	12	28	40	28	42	70	11	
Summe	85	61	146	9	9	18	27	46	73	121	116	237	30	
Gruppe A+B (Summen)														
Klassen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
bis 39 J.	147	126	273	13	22	35	23	30	53	185	178	361	43	
40 J.u.m.	58	46	104	5	12	17	14	34	48	77	92	169	23	
Summe	205	172	377	18	34	52	37	64	101	260	270	530	66	

Tab. Nr. 12

Verteilung der Silikatfüllungen

auf die Gruppen A (männlich) und B (weiblich) und weiter
auf Klassen nach Füllungszustand und Patientenalter.

G r u p p e A (männlich)					
	1	2	3	4	5
Klassen	In- takt	Sek- kar.	verf. + ausg.	Summe	Zahl Pät.
Alter bis 39 J.	20	2	12	34	14
40 J. u.m.	16	3	25	44	9
Summe	36	5	37	78	23
G r u p p e B (weiblich)					
Klassen	1	2	3	4	5
bis 39 J.	46	14	29	89	17
40 J. u.m.	16	6	30	52	9
Summe	62	20	59	141	26
G r u p p e A+B (Summen)					
Klassen	1	2	3	4	5
bis 39 J.	66	16	41	123	31
40 J. u.m.	32	9	55	96	18
Summe	98	25	96	219	49

Zusammenfassung.

Nach einer kurzen Besprechung der Histologie der gesunden Pulpa und der Veränderungen, die sie schon im intakten Zahn durch Umwelteinflüsse oder durch die Kavitätenpräparation erleiden kann, wurden die verschiedenen Möglichkeiten des Pulpenschutzes durch Unterfüllungen zusammengestellt. Dabei konnte die Phosphatzementunterfüllung als nach wie vor bestes Material herausgestellt werden. Weiterhin wurden soann im ersten Teil der Arbeit die Amalgame einer kritischen Beleuchtung unterzogen und besonders die bei gewissenhafter Verarbeitung guten physikalischen Eigenschaften hinsichtlich des exakten Randschlusses der 65 bis 67 % Ag enthaltenden Silber-Zinn-Amalgame hervorgehoben. Bei den Silikaten schließlich mußten die verschiedenen Theorien über deren Schädlichkeit oder Unschädlichkeit für die Pulpa dargelegt werden.

Von 56 aus den verschiedensten Gründen extrahierten Zähnen, von welchen 31 Amalgam- und 25 Silikat- bzw. Silikophosphatzementfüllungen trugen, wurden im Hauptteil der Arbeit zunächst Anamnese und histologische Befunde festgehalten. Obwohl sich infolge der verhältnismäßig kleinen Anzahl der Fälle keine statistisch gesicherten Unterschiede zwischen Amalgam- und Silikatfüllungen hinsichtlich einer Pulpenschädigung ergaben, läßt sich aus den Tabellen doch eine

größere Häufigkeit von Pulpennekrosen unter Silikatfüllungen herauslesen. Die Möglichkeit einer Pulpenschädigung durch das Material "Silikatzement" bzw. "Silikophosphatzement" ist zweifellos gegeben und wird auch aufgrund eigener Untersuchungen nicht abgestritten. Es kann jedoch nicht mit Sicherheit eine Silikatfüllung für einen Pulpentod verantwortlich gemacht werden, wenn dieser erst nach 5 und mehr Jahren eingetreten ist.

Neben den histologischen Befunden wurden bei 67 Patienten Amalgam- und Silikatfüllungen auf ihren Zustand im Munde klinisch untersucht. Die Ergebnisse wurden in 2 Tabellen einander gegenübergestellt. Prozentual sind hier in größerer Zahl Amalgamfüllungen als fehlerlos anzusprechen als Silikatfüllungen, was sich schon aus der Verschiedenheit der Werkstoffe ergibt. Ein Zement ist den korrosiven Einflüssen des Speichels und der physikalischen Krafteinwirkungen eher erlegen als ein Edlamalgam. Beide Materialien sind jedoch, jedes auf seinem Sektor (Amalgam für den Seitenzahn-, Silikat für den Frontzahnbereich), vollkommen zu empfehlen. Letztlich entscheidet die sorgfältige Arbeitsweise des Zahnarztes über die Qualität einer jeden Füllung.

LITERATURVERZEICHNIS

- 1) Cohnert, A. Kritische Betrachtung und Bewertung
von 10000 Amalgamfüllungen.
Med. Diss. Göttingen 1954
- 2) Csernyei, J. Die Zahnpulpa und die Zemente.
Dtsch. zahnärztl. Zschr. 3. (1948) S.929-934
- 3) Dolder, E. Silikatzementfüllung und Zahnpulpa.
Dtsch. zahnärztl. Wschr. 39. (1936) S.733-741
- 4) Dolder, E. Nichtmetallische Werkstoffe.
in: Die Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
herausgegeben von Häupl, K., Meyer, W. u.a.
Bd. V, herausgegeben von Häupl, K.
München/Berlin 1955, S.734
- 5) Eichner, K. Die Silikat- und Silikophosphatzementfüllung.
Dtsch. zahnärztl. Zschr. 20. (1956) S.541-548
- 6) Einfeldt, H. Wie können wir unsere Amalgamfüllungen verbessern?
Dtsch. zahnärztl. Zschr. 18. (1963) S.1081-1091
- 7) Fassdorf, O. Zur Frage der Pulpenschädigung durch Silikat-
zement.
Zahnärztl. Welt 6. (1951) S.136-137
- 8) Greve, H. Chr. Beitrag zum Absterben der Pulpa unter Silikat-
zementfüllungen.
Dtsch. zahnärztl. Wschr. 35. (1932) S.805-806

- 9) Hettinger, W. Einfluß der Anrühr-Temperatur auf die physikalischen und chemischen Eigenschaften der zur Zahnfüllung benötigten Zemente, im besonderen der Silikatzemente.
Med. Diss. Köln 1937
- 10) Heyden, P. Kann das im Silikatzement enthaltene Fluor
Stolley, H. Pulpaschäden hervorrufen?
Dtsch. zahnärztl. Zschr. 7. (1952) S.195-203
- 11) Heym, I. Welche Faktoren sind bei der Verarbeitung der Silber-Zinn-Amalgame von Bedeutung?
Kritische Betrachtung und Auswertung der Literatur der letzten 10 Jahre.
Med. Diss. Mainz 1963
- 12) Ketterl, W. Über die Versorgung defekter, vitaler Frontzähne mittels Silikatzementfüllungen.
DDZ (München) 10. (1956) S.731-734
- 13) Ketterl, W. Histologische Befunde an klinisch gesunden, kariesfreien Zähnen mit Füllungen.
Dtsch. zahnärztl. Zschr. 14. (1959) S.1437-1445
- 14) Ketterl, W. Die Silikatzementfüllung heute.
Zahnärztl. Prax. 12. (1961) S.157,160,169-170
- 15) Ketterl, W. Über Zinkoxydphosphatzement.
Zahnärztl. Prax. 17. (1966) S.1-4
- 16) Klauer, H. Zum augenblicklichen Stand der zahnärztlichen Zemente und Silikate.
Dtsch. zahnärztl. Zschr. 17. (1962) S.1527-1532
- 17) Kluczka, J. Histologische Pulpenuntersuchungen bei Dentin-anästhesie mittels gekühlter Luft (Nondolor).
Dtsch. zahnärztl. Zschr. 8. (1953) S.255-258

- 18) Kluczka, J. Die Auswirkungen des hoch- und höchsttourigen Schleifens und Bohrens auf Dentin und Pulpa. Zahnärztl. Welt/Reform 60. (1959) S.445-449
- 19) Kluczka, J. Die Behandlung der Caries profunda. Zahnärztl. Prax. 15. (1964) S.289-291
- 20) Lange, G. Untersuchungen an Phosphatzementen hinsichtlich ihres Einflusses auf die Pulpa. Dtsch. Stomat. 14. (1964) S.809-814
- 21) Langeland, K. Histologic evaluation of pulp reactions to operative procedures. Oral Surg. 12. (1959) S.1235-1248, 1357-1371
- 22) Naeglin, B. Die Silikatfüllung. DDZ (München) 14. (1960) S.399-405
- 23) Massler, M. Discussion of Dr. Langeland's paper by Maury Massler. Oral Surg. 12. (1959) S.1370-1371
- 24) Massler, M. Biologische Überlegungen bei der Wahl und dem Gebrauch von Füllungsmaterialien. Zahnärztl. Rdsch. 74. (1965) S.452
(Kurzform der in Dental Clinics of North America März 1965 erschienenen Arbeit)
- 25) Meyer, W. Pathologie der Zähne und des Gebisses.
in: Die Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde
herausgegeben von Häupl, K., Meyer, W. u.a.
Bd. I, herausgegeben von Meyer, W.
München/Berlin 1958, S.522

- 26) Müller, O. Pathohistologie der Zähne unter besonderer Berücksichtigung der Pathohistologie der Pulpa und des Periodontiums.
Basel 1947, S.73,74,77
- 27) Palazzi, S. Über die anatomischen Veränderungen der Zahnpulpa im Gefolge von Silikatzementfüllungen.
Z. Stomat. 20. (1922) S.346-357
- 28) Palazzi, S. Über die anatomischen Veränderungen der Zahnpulpa im Gefolge von Silikatzementfüllungen.
Z. Stomat. 21. (1923) S.279-288
- 29) Pantke, H. Experimentelle Untersuchungen zur Frage des
Lehmann, M. Pulpenschutzes unter Silikatfüllungen.
Graul, E. H. Zahnärztl. Prax. 16. (1965) S.97-100
- 30) Pecchioni, A. Les ciments au silicate et le problème de la pénétration dans la dentine de l'acide orthophosphorique. Recherches autoradiographiques.
Schweiz. Mschr. Zahnheilk. 72. (1962) S.57-67
- 31) Phillips, R. W. New concepts in materials used for restorative dentistry.
J. Amer. Dent. Ass. 70. (1965) S.652-661
- 32) Port - Euler Lehrbuch der Zahnheilkunde.
München 1934 S.227-228
- 33) Rebel, H. H. Konservierende Zahnheilkunde.
2. erw. Aufl. München 1947, S.118-121
- 34) Riedel, H. Fasergewebsbildung und Phlegmasie der Zahnpulpa.
München 1964, S.1-19,71-105

- 35) Riedel, H. Zum gegenwärtigen Stand in der Beurteilung von Füllungsmaterialien.
1. Mitteilung: Silikatzeemente und Gußfüllung.
DIZ (München) 18. (1964) S.215-224
- 36) Riethe, P. Untersuchungen über das Verhalten voramalga-
mierter Legierungen.
Zahnärztl. Welt/Reform 59. (1958) S.463-469
- 37) Riethe, P. Der Einfluß der Nachalterung auf die Eigen-
schaften handelsüblicher Amalgame.
Zahnärztl. Welt/Reform 61. (1960) S.65-70
- 38) Riethe, P. Über die Nachalterung von 50% und 70% Silber
enthaltenden Amalgamen.
Zahnärztl. Welt/Reform 62. (1961) S. 201-204
- 39) Rohrer, A. Experimentelle Ergebnisse über die Schädlich-
keit der Silikatzeemente.
Z. Stomat. 21. (1923) S.641-670
- 40) Roydhouse, R. H. Silicate cements and pulpal degeneration.
J. Amer. Dent. Ass. 62. (1961) S.670-674
- 41) Schaubert, L. Über Fragen des Pulpaschutzes auf Grund tier-
experimenteller Ergebnisse und klinischer
Beobachtungen.
Dtsch. zahnärztl. Zschr. 6. (1951) S.44-51, 143-149
- 42) Spreter von Kreu- Dentinstoffwechselstudien.
uenstein, Th. 1. Mitteilung: Über den Dentinliquor.
Dtsch. zahnärztl. Zschr. 10. (1955) S.473-476
- 43) Sterner-Rainer, L. Edelmetalllegierungen und Amalgame in der
Zahnheilkunde.
Berlin 1930, S.70-111

- 44) Stüben, J. Die Dentinwunde und ihre Versorgung.
Dtsch. zahnärztl. Zschr. 20. (1965) S.529-534
- 45) Üge, H. Beobachtungen über den Zustand von Silikatzement-
füllungen nach einer längeren Liegedauer.
Med. Diss. Mainz 1961
- 46) Weis, W. Elektrometrische Säurewertmessungen an
zahnärztlichen Zementen.
Med. Diss. Mainz 1960
- 47) Wölfling, Ch. Über den Einfluß des Stopfdrucks, der Stopf-
technik und des Instrumentariums auf den
Randschluß der Amalgamfüllung.
Med. Diss. Mainz 1961
- 48) Wustrow, P. Pulpentod unter Silikatzementfüllungen.
Dtsch. zahnärztl. Wschr. 40. (1937) S.272
- 49) Zander, H. A. Die Reaktion der Zahnpulpen auf Silikatzemente.
(Übersetzung von Heinz Lichtenberg)
Zahnärztl. Welt 4. (1949) S.340-344

Meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. J. K l u c z k a
danke ich an dieser Stelle für die Überlassung des Themas
und die stets zuvorkommende Beratung.

Den Herren Prof. Dr. Dr. Koller und seinem Mitarbeiter
Dr. Lange danke ich das Gelingen des statistischen Teiles.

Die Damen, Frl. Birnbaum und Frl. Heisenberger haben mir bei
der Herstellung der histologischen Präparate wertvolle Hilfe
geleistet, für die ich auch an dieser Stelle Dank sagen möchte.

L e b e n s l a u f

Am 23. Oktober 1938 wurde ich in Mainz-Gustavsburg geboren.

Meine Eltern sind der Diplom-Ingenieur Guntram Rütth und seine Ehefrau Hildegard, geborene Büttner.

Ich besuchte nachfolgend aufgeführte Schulen:

Volksschule in Osterhofen/Niederbayern Herbst 1944 - 1947

Volksschule in Gustavsburg/Hessen Herbst 1947 - 1949

Altsprachliches Rabanus-Maurus-Gymnasium in Mainz ab Herbst 1949 bis Ostern 1958.

Nach abgeschlossener Reifeprüfung arbeitete ich ein halbes Jahr als Ingenieur-Praktikant, entschloss mich aber zum Studium der Zahnmedizin, das ich mit dem Wintersemester 1958 begann.

Den vorklinischen Teil beendete ich im April 1961 in Mainz.

Nach weiteren 5 klinischen Semestern legte ich die Zahnärztliche-Prüfung an derselben Universität ab.

Anschließend war ich ein halbes Jahr Assistent in der konservierenden Abteilung der Universitätsklinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten in Mainz, dann ein halbes Jahr Assistent in einer Praxis. Weiterhin war ich 4 Monate lang Gast in der Kieferorthopädischen Abteilung der Universitäts-Zahnklinik Mainz, etwa 3 Monate machte ich Vertretungen und während des letzten halben Jahres beschäftigte ich mich vorwiegend mit der Vorbereitung meiner Doktorarbeit.

